

VESI- JA YMPÄRISTÖHALLITUKSEN M O N I S T E S A R J A

Nro 632

**PIENTEN VESILAITOSTEN JA
LOMAKESKUSTEN VEDEN-
JAKELUJÄRJESTELMIEN
MITOITTAMINEN**

Anne Ojanperä ja Esko Lakso

VESI- JA YMPÄRISTÖHALLITUKSEN MONISTESARJA

Nro 632

PIENTEN VESILAITOSTEN JA LOMAKESKUSTEN VEDEN- JAKELUJÄRJESTELMIEN MITOITTAMINEN

Anne Ojanperä ja Esko Lakso

Tekijät ovat vastuussa julkaisun sisällöstä eikä siihen voida vedota vesi- ja ympäristöhallituksen virallisena kannanottona.

Julkaisua saa vesi- ja ympäristöhallituksen kuntatoimistosta.
Puh. (90) 69511

ISBN 951-53-0058-4
ISSN 0783-3288

Painopaikka: Vesi- ja ympäristöhallituksen monistamo, Helsinki 1995

Julkaisija
Vesi- ja ympäristöhallitus

Julkaisun päivämäärä
23.1.1995

Tekijä(t) (toimielimestä: nimi, puheenjohtaja, sihteeri)
Anne Ojanperä ja Esko Lakso

Julkaisun nimi (myös ruotsinkielinen)

Pienten vesilaitosten ja lomakeskusten vedenjakelujärjestelmien mitoittaminen
(Dimensionering av vattendistributionssystem i små vattenverk och på semesterorter)

Julkaisun laji
Ohjeluonnos

Toimeksiantaja
Vesi- ja ympäristöhallitus

Toimielimen asettamispvm

Julkaisun osat

Tiivistelmä

Julkaisussa tarkastellaan haja-asutusalueilla ja pienehköissä taajamissa toimivien pienten vesilaitosten sekä lomakeskusten vedenjakelujärjestelmien mitoittamista. Pienillä vesilaitoksilla tarkoitetaan tässä julkaisussa laitoksia, joihin liittyneiden asukkaiden määrä on korkeintaan 1000 henkilöä.

Julkaisussa on selvitetty yleisluontoisesti vedenjakelujärjestelmien mitoituksen perusasiat kyseisten laitosten osalta. Siinä on käsitelty näiden laitosten mitoitusperusteet ja lähtöarvot sekä vedenjakelujärjestelmän eri osien mitoittaminen eri tilanteissa.

Tässä julkaisussa esitettyjä ohjeellisia arvoja ja suosituksia on tarkoitettu käytettäväksi soveltuvin osin apuna em. alueiden vedenjakelujärjestelmiä suunniteltaessa. Annetut kulutuksen ym. ohjearvot perustuvat pääosin käytännönläheisiin, alan suunnittelijoilta ja vesi- ja ympäristöhallinnosta saatuihin tietoihin, Suomessa tehtyihin tutkimuksiin sekä lähinnä pohjoismaisiin kirjallisuustietoihin. Ohjeita ja ohjearvoja tulee soveltaa suunnittelualueen olosuhteet huomioonottaen. Suunnittelussa voidaan käyttää hyväksi myös muita soveliaita vastaavanlaisten alueiden tietoja. Tärkeimpinä suunnitteluperusteina ovat luonnollisesti alueen omat kulutus- ym. tiedot.

Tämä julkaisu on tarkoitettu käytännönläheiseksi oppaaksi pienten laitosten ja loma-alueiden ja -keskusten vedenjakelujärjestelmien suunnittelijoille. Julkaisu on ohjeluonnos, jota on tarkoitus tiivistää ja täydentää myöhemmin saatavien käyttökokemusten ja mahdollisten lisätietojen perusteella, minkä vuoksi luonnoksesta toivotaan käyttäjien kommentteja.

Asiasanat (avainsanat)

Pienet vesilaitokset, haja-asutusalueet, lomakylät, matkailukeskukset, vesihuoltolaitokset, vesijohtoverkot, mitoitus, suunnittelu

Muut tiedot

Sarjan nimi ja numero
Vesi- ja ympäristöhallituksen
monistesarja nro 632

ISBN
951-53-0058-4

ISSN
0783-3288

Kokonaissivumäärä
96

Kieli
Suomi

Hinta
36,60 mk

Luottamuksellisuus
Julkinen

Jakaja
Vesi- ja ympäristöhallitus, kuntatoimisto
PL 250, 00101 HELSINKI
puh. (90) 69511, fax (90) 6951 311

Kustantaja
Vesi- ja ympäristöhallitus
PL 250, 00101 HELSINKI

Utgivare
Vatten- och miljöstyrelsen

Utgivningsdatum
23.1.1995

Författare (uppgifter om organet: namn, ordförande, sekreterare)
Anne Ojanperä och Esko Lakso

Publikation (även den finska titeln)

Dimensionering av vattendistributionssystem i små vattenverk och på semesterorter
(Pienten vesilaitosten ja lomakeskusten vedenjakelujärjestelmien mitoittaminen)

Typ av publikation
Utkast för handbok

Uppdragsgivare
Vatten- och miljöstyrelsen

Datum för tillsättandet av organet

Publikationens delar

Referat

Publikationen behandlar dimensioneringen av vattendistributionssystemen i små vattenverk i glesbygden och på små tätorter samt dimensioneringen av vattendistributionssystemen på semesterorter. Med "små vattenverk" avses härvid anläggningar med högst 1000 vattenbrukare.

Allmänna frågor gällande dimensioneringen av olika slags vattendistributionssystem för dylika anläggningar diskuteras. I publikationen behandlas grunderna och utgångsvärdena för dimensioneringen av dessa anläggningar samt dimensioneringen av vattendistributionssystemets olika delar i olika situationer.

De riktgivande värden och rekommendationer som ges i denna publikation är avsedda att tillämpas vid planeringen av vattendistributionssystem för ovannämnda område. De riktgivande värdena för förbrukningen mm. grundar sig huvudsakligen på uppgifter som erhållits av planerare och från vatten- och miljöstyrelsen samt på finska undersökningar och nordisk litteratur. Anvisningarna och de riktgivande värdena bör tillämpas med beaktande av förhållandena i området. Uppgifter från andra motsvarande områden kan också tillämpas. Till de viktigaste planeringsgrunderna hör naturligtvis uppgifter om bla. förbrukningen i området i fråga.

Avsikten med denna publikation är att ge praktisk hjälp för planerare av små vattenverk och vattendistributionssystem på semesterorter och i stugbyar. Den är ett utkast till en handbok som förkortas och kompletteras senare utgående från vilka erfarenheter man fått av den och på basis av eventuella nya uppgifter.

Sakord (nyckelord)

Små vattenverk, glesbygd, semesterorter, stugbyar, vattendistributionssystem, dimensionering, planering

Ovriga uppgifter

Seriens namn och nummer
Vatten- och miljöstyrelsens
duplikatserie nr 632

ISBN
951-53-0058-4

ISSN
0783-3288

Sidantal
96

Språk
Finska

Pris
36,60 mk

Sekretessgrad
Offentlig

Distribution
Vatten- och miljöstyrelsen, kommunbyrån
PB 250, 00101 HELSINGFORS
tel. (90) 69511, fax (90) 6951 311

Förlag
Vatten- och miljöstyrelsen
PB 250, 00101 HELSINGFORS

Published by
National Board of Waters and the Environment

Date of publication
23.1.1995

Author(s)
Anne Ojanperä and Esko Lakso

Title of publication
Dimensioning of water distribution systems of small water supply plants and of holiday resorts

<i>Type of publication</i> Draft guidelines	<i>Commissioned by</i> National Board of Waters and the Environment
--	--

Parts of publication

Abstract

This publication concentrates on the dimensioning of water distribution systems of small waterworks situated in areas of scattered settlement or in small urban communities and also on the dimensioning of water distribution systems of holiday resorts. In this publication 'a small waterwork' refers to a plant of not more than 1,000 users.

The publication presents in a general way the basic facts for dimensioning small water distribution systems. It includes the principles of dimensioning and the initial values as well as the dimensioning of the different parts of the water distribution system in different situations.

When applicable, the normative values and recommendations given in this publication are meant to be used as guideline values for evaluating water consumption etc. They are primarily based on data given by the planners and by the National Board of Waters and the Environment and on information gathered from Finnish research papers and Nordic literature. The local conditions should be taken into consideration when applying the instructions and the guideline values. Other applicable data from similar areas can also be utilized in planning. Naturally, observations made in the area on water consumption etc., are a vital part of planning.

The publication is intended as a manual for the planners of the small waterworks and water distribution systems in holiday areas and resorts. This publication is a draft guideline and it will be abridged and supplemented later on with possible new data and user experiences.

Keywords

Small waterworks, scattered settlement, holiday resorts, holiday villages, water distribution systems, dimensioning, planning

Other information

Series (key title and no.)
Mimeograph Series of the National Board of Waters and the Environment no 632

ISBN
951-53-0058-4

ISSN
0783-3288

Pages
96

Language
Finnish

Price
36,60 FIM

Confidentiality
Public

Distributed by
National Board of Waters and the Environment,
Municipal Water Supply and Waste Water Office
P.O.Box 250, FIN-00101 HELSINKI, FINLAND

Publisher
National Board of Waters and the Environment
P.O.Box 250, FIN-00101 HELSINKI, FINLAND

ALKUSANAT

Tämä julkaisu on tehty Oulun yliopiston vesitekniikan laboratoriossa vesi- ja ympäristöhallituksen toimeksiannosta. Tavoitteena oli luoda tapauskohtaisesti sovellettavissa olevat yleisohteet pienten, yleensä haja-asutusalueilla sijaitsevien, alle 1000 liittyneen asukkaan vesilaitosten sekä lomakeskusten ja -asutuksen vesihuollon ja vedenjakelujärjestelmien suunnittelua varten. Ohteet oli tarkoitus laatia siten, että niitä voidaan soveltaa laitoksiin eri kokoluokittain.

Lähtökohtana oli laatia ohteet olemassa olevien tutkimusten, muun kirjallisuuden, vesi- ja ympäristöhallituksesta sekä eri vesihuoltosuunnittelijoilta saatavien tietojen avulla ilman uusia mittauksia. Lisäksi tarkoituksena oli hankkia lisää käytännön tietoutta vesilaitosten ym. vesihuollon parissa toimivien henkilöiden käytännönläheisten tietojen ja näkemysten avulla.

Julkaisu on yleisluontoinen, ja siinä on selvitetty vedenjakelujärjestelmien mitoituksen perusasiat em. laitosten osalta. Esitettyjä ohteellisia arvoja ja suosituksia on tarkoitettu käytettäväksi soveltuvien osien apuna po. alueiden vedenjakelujärjestelmiä suunniteltaessa. Ne perustuvat pääosin käytännönläheisiin, alan suunnittelijoilta saatuihin tietoihin, Suomessa tehtyihin tutkimuksiin ja lähinnä pohjoismaisiin kirjallisuustietoihin. Ohteet tulee sopeuttaa suunnittelualueen olosuhteisiin ja alueella mahdollisesti aikaisemmin havaittuihin kulutuksiin ja niiden vaihteluihin. Suunnittelussa voidaan käyttää hyväksi myös mahdollisia tiedossa olevia vastaavanlaisten kulutusalueiden arvoja. Tulevaisuudessa, tarvittavan tekniikan ja automaation levitessä yhä pienemmille laitoksille, on mahdollista saada tarpeellista perustietoa myös kulutusvaihtelujen osalta. Niinpä joidenkin vuosien kuluttua olisikin aiheellista suorittaa lisäselvityksiä, joiden avulla voitaisiin tarkentaa yleisiä mitoitusohjeita etenkin kulutusvaihtelujen osalta.

Tämä julkaisu on tarkoitettu käytännönläheiseksi oppaaksi pienten laitosten ja loma-alueiden ja -keskusten vedenjakelujärjestelmien suunnittelijoille. Julkaisu on ohjelunon, jota on tarkoitus tiivistää ja täydentää myöhemmin saatujen käyttökokemusten ja mahdollisten lisätietojen perusteella, minkä vuoksi luonnoksesta toivotaan käyttäjien kommentteja.

Julkaisun tekemistä ovat vesi- ja ympäristöhallituksen puolesta valvoneet ja ohjanneet toimistopäällikkö Antti Jokela ja toimistoinsinööri Erkki Santala kuntatoimistosta sekä vesihuoltopäällikkö Jorma Korhonen Oulun vesi- ja ympäristöpiiristä.

Työn seurantaryhmän työskentelyyn ovat edellämainittujen lisäksi osallistuneet toimitusjohtaja Erkki Hyvärinen Kuusamon energia- ja vesiosuuskunnasta, toimistopäällikkö Markku Leppäniemi Vesi-Hydro Oy:stä, toimistopäällikkö Paavo Pietarila Maa ja Vesi Oy:stä ja insinööri Kalevi Posti Lapin vesi- ja ympäristöpiiristä.

Edellisten lisäksi työtä ovat sen luonnosvaiheessa kommentoineet insinööri Seppo Arvio Suunnittelukeskus Oy:stä, insinööri Timo Huuki SLATEK Oy:stä, rakennusmestari Tor Hagqvist Kokkolan vesi- ja ympäristöpiiristä, insinööri Pekka Kiviniemi Kainuun vesi- ja ympäristöpiiristä, rakennusmestari Kalevi Norrback Kuusamosta ja insinööri Kauko Seppänen Insinööritoimisto Ylitalo Oy:stä.

Oulun yliopistossa työstä on ollut vastuussa apulaisprofessori Esko Lakso ja julkaisun kirjoitustyön on tehnyt apulaistutkija DI Anne Ojanperä.

SISÄLLYS

ALKUSANAT

1	JULKAISUN SISÄLTÖ JA KÄYTTÖALUE.....	9
2	KÄYTETYT TIETOLÄHTEET	10
2.1	Kyselyillä ja haastatteluilla saadut tiedot	10
2.2	Tutkimus haja-asutuksen vedenkulutuksesta ja sen vaihteluista	11
2.3	Tutkimus vesijohtoveden ja siihen liittyvän sähköenergian käytöstä.....	13
2.4	Tutkimus vedenkulutuksesta erityyppisissä kiinteistöissä.....	14
2.5	Tutkimus talvilomakeskuksen vedenkulutuksesta ja sen vaihtelusta.....	14
2.6	Muut kirjallisuustiedot.....	15
3	MITOITUKSEN PERUSTEET JA LÄHTÖARVOT	17
3.1	Haja-asutusalueet ja pienet taajamat	17
3.1.1	Yleistä mitoituksen perusteista	17
3.1.2	Ominais- ja yksikkökulutukset.....	18
3.1.2.1	Ominais- ja yksikkökulutusten määrittäminen	18
3.1.2.2	Talousveden kulutus ja siihen vaikuttavat tekijät.....	19
3.1.2.3	Ominaiskulutukset pienten vesilaitosten alueella	21
3.1.2.4	Maatalouden ja karjan yksikkökulutukset	25
3.1.3	Vedenkulutuksen vaihtelut	26
3.1.3.1	Yleistä kulutusvaihteluista	26
3.1.3.2	Kirjallisuustiedot ja aiemmat ohjeet vedenkulutuksen vaihteluista.....	27
3.1.3.3	Tutkimustuloksia haja-asutuksen vedenkulutuksen vaihteluista	31
3.1.3.4	Kyselyillä ja haastatteleamalla saadut tiedot.....	34
3.1.3.5	Suosituksien vedenkulutuksen vaihteluiden arvioimisesta	36
3.2	Lomakeskusten ja loma-asutuksen vesihuolto	37
3.2.1	Lomakeskusten ja loma-asutuksen vesihuollon erityispiirteet	37
3.2.2	Talvilomakeskukset.....	37
3.2.2.1	Lomakeskusten vedenkulutukset	37
3.2.2.2	Lomakeskusten vedenkulutuksen vaihtelut ja kulutushuippujen ajoittuminen.....	40
3.2.2.3	Suosituksien lomakeskusten vedenkulutusten ja niiden vaihtelujen arvioimisesta.....	42
3.2.3	Ranta- ja kesämökkien vedenkulutus	44
4	VEDENKULUTUKSEN KEHITYS TULEVAISUUDESSA.....	44
5	VEDENJAKELUJÄRJESTELMÄN OSAT JA NIIDEN MITOITTAMINEN ERI TILANTEISSA	46
5.1	Yleistä vedenjakelujärjestelmien suunnittelusta	46
5.2	Lomakeskusten ja loma-asutuksen vedenjakelujärjestelmien mitoitus haja-asutusalueisiin ja pieniin taajamiin verrattuna.....	46
5.3	Vesisäiliöt	47
5.3.1	Tarvittava säiliötilavuus.....	48
5.3.2	Painesäiliöt	49
5.4	Verkoston mitoittaminen	51
5.4.1	Syöttö- ja runkojohdot	51
5.4.1.1	Syöttö- ja runkojohtojen mitoitusvirtaamat	51
5.4.1.2	Suosituksien syöttö- ja runkojohtojen mitoittamisesta.....	52

5.4.2	Jakelujohdot ja tonttijohdot	52
5.4.2.1	Jakelujohdot	52
5.4.2.2	Tonttijohdot	52
5.4.2.3	Suositukset jakelu- ja tonttijohtojen mitoittamisesta	53
5.4.3	Minimiputkikoko	53
5.4.4	Vesijohtoverkoston painetasot ja painevaatimukset	54
5.4.4.1	Painetasotarkastelu	54
5.4.4.2	Painevaatimukset vesijohtoverkostossa	54
5.4.4.3	Suositukset vesijohtoverkoston painetasoista ja painevaatimuksista	56
5.5	Vedenottamot ja -käsittelylaitokset	56
5.6	Pumppaamot	57
5.7	Vesilaitoksen valvonta ja ohjaus	57
5.7.1	Ohjauksen perustapaukset	57
5.7.2	Vesilaitoksen ohjauksen tarve ja sen kehittäminen pienillä laitoksilla	59
5.7.3	Pumppujen ohjaus ja verkoston paineen säätö	60
5.7.4	Vesilaitosten valvonnan ja ohjauksen yleinen kehittyminen	61
5.7.5	Kaukovalvontajärjestelmän yleinen rakenne ja tiedonsiirto	62
5.7.6	Vesilaitosten valvonnalla ja ohjauksella hoidettavat toiminnot	62
5.8	Energian saanti	63
KIRJALLISUUS		64
LIITTEET		68
1	Asuinrakennusten suurimman vedenkulutuksen määrittäminen normaaliventtiililukujen avulla	
2	Kiinteistöjen vesijohtojen normi- ja mitoitusvirtaamat ja mitoitusperiaatteet RakMk D1:n mukaan	
3	Sosiaali- ja terveysministeriön päätös talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista	
4	Sosiaali- ja terveysministeriön päätös pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista	
5	Esimerkkipiirustuksia vedenjakeluverkostossa käytettävistä teknisistä ratkaisuksista	

1 JULKAISUN SISÄLTÖ JA KÄYTTÖALUE

Suomessa on runsaasti pieniä vesilaitoksia etenkin haja-asutusalueilla. Vesi- ja ympäristöhallituksessa pidetään tilastoa kaikista yli 200 asukkaan laitoksista, joita oli vuonna 1993 yhteensä 809. Tilastossa on mukana myös osa alle 200 asukkaan vesilaitoksista. Kaikkiaan alle 1000 asukkaan laitoksia oli em. tilaston mukaan 380 vuonna 1993. Näistä 277 oli alle 500 asukkaan laitoksia.

Pieniä laitoksia koskevia ohjeita on vähän. Yleisissä suunnitteluohjeissa keskitytään pääosin yli 1000 asukkaan, useimmiten taajama-alueilla sijaitseviin laitoksiin. Lomakeskusten ja loma-asutuksen vedenkäyttö poikkeaa tavanomaisen asutuksen vedenkäytöstä. Myös näitä alueita koskevaa tietoa on julkaistu verraten vähän.

Tämän julkaisun tarkoituksena on ollut esittää keskitetysti vedenjakelujärjestelmän suunnittelun pääperiaatteet pieniä laitoksia ja loma-alueiden vesilaitoksia varten. Työn lähtökohtana oli koota tietoja kirjallisuudesta ja aiemmin tehdyistä tutkimuksista, sekä hankkia käytännön tietoja vesihuoltosuunnittelijoilta. Lisäksi tietolähteenä käytettiin vesi- ja ympäristöhallituksen vesilaitostilastoa.

Pieniä laitoksia koskevaa tilastotietoa on olemassa hyvin niukasti. Tämän vuoksi tässä julkaisussa esitetyt mitoitusarvot perustuvat paljolti vesihuollon suunnittelijoilta saattuihin käytännön tietoihin, asiaa koskeviin kotimaisiin tutkimuksiin ja muihin kirjallisuustietoihin. Erityisesti vedenkulutuksen vaihteluita koskeva tietomäärä on puutteellista. Tulevaisuudessa, automaation lisääntyessä, on mahdollista saada pieniltä laitoksilta sekä suurempien laitosten osa-alueilta lisää tarpeellista perustietoa vedenkulutuksen vaihteluista. Niinpä muutamien vuosien kuluttua olisikin aiheellista suorittaa lisätutkimuksia ja tarkentaa yleisiä mitoitusohjeita erityisesti vaihtelukertoimien osalta.

Tämä julkaisu on tarkoitettu käytettäväksi apuna suunniteltaessa vedenjakelujärjestelmiä haja-asutusalueille ja pieniin taajamiin, kun vesilaitokseen liittyneiden määrä on alle 1000 asukasta. Lisäksi on esitetty ohjeita lomakeskusten ja loma-asutuksen vedenjakelujärjestelmien suunnittelua varten.

Tässä julkaisussa on selvitetty vedenjakelujärjestelmien mitoituksen perusasiat em. laitosten osalta. Vedenjakelujärjestelmään luetaan tässä kuuluvaksi vedenottamot ja -käsittelylaitokset, pumppaamot, vesijohtoverkko ja vesisäiliöt. Puhdistusprosessien, koneistojen ja laitteiden yksityiskohtainen mitoitus ja suunnittelu eivät sisälly tähän julkaisuun. Vedenottamoita ja -käsittelylaitoksia tarkastellaan vain siltä osin mikä koskee niiden tuoton mitoitusta ja niiden vaikutusta säiliötilan tarpeeseen ja muuhun vedenjakelujärjestelmään.

Eri mitoitusperusteille esitettyjä arvioita ja suosituksia on sovellettava tapauskohtaisesti ja kulloisetkin olosuhteet huomioiden, koska ne perustuvat osittain varsin vähäiseen lähtöaineistoon. Tämän vuoksi suositusten ja johtopäätösten pohjana oleva aineisto on esitetty melko yksityiskohtaisesti, jotta julkaisun käyttäjät voivat tarkastella ja hyödyntää annettuja suosituksia taustatietojen valossa kulloiseenkin tilanteeseen soveltaen. Esitetyn aineiston perusteella annetut suositukset on esitetty kutakin asiaa käsittelevän kappaleen lopussa.

2 KÄYTETYT TIETOLÄHTEET

Tämä julkaisu perustuu pitkälti eri suunnittelijoilta, vesi- ja ympäristöhallinnosta, vesilaitoksilta ym. saatuihin käytännönläheisiin tietoihin ja kokemuksiin. Eri suunnittelijoilta on saatu haastattelemalla tietoja heidän mitoitusavoistaan, vesi- ja ympäristöpiireistä ja -hallituksesta on saatu mallisuunnitelmia sekä tietoja ja näkemyksiä pienten laitosten suunnittelusta. Vesilaitosten edustajilta on tiedusteltu olemassa olevien laitosten vedenkulutuksia ja laitosten varustelua. Lisäksi on käytetty jo olemassa olevia suunnitteluohjeita, joita ovat julkaisseet mm. Suomen Kaupunkiliitto, Suomen Rakennusinsinöörien liitto ja vesihallitus.

Kirjallisuudesta on työssä käytetty lähinnä pohjoismaisia lähteitä, koska elinolosuhteiden ja -tapojen sekä vedenkulutuksen voidaan näissä maissa olettaa olevan samantapaista. Keski-Euroopan ja muiden kaukaisempien alueiden elintavat ja vedenkäyttö poikkeavat suomalaisista siinä määrin, että niiden laajempi käyttö tutkimusaineistona ei ole perusteltua. Oulun yliopistossa on tehty vuosina 1992-1993 neljä tutkimusta (Mettälä 1992, Sorva ja Lakso 1992, Nieminen 1993, Ojanperä 1993), joissa on käsitelty erilaisten kuluttajien ja kulutusalueiden vedenkulutusta. Lähdemateriaalia on esitelty ja arvioitu seuraavissa kappaleissa.

Pienillä vesilaitoksilla ei yleensä ole kulutukseen toimitetun veden mittausta tunti- tai edes vuorokausitasolla, koska tällainen seuranta ei ole tavallisesti tarpeen laitoksen normaalin käytön kannalta. Tämän vuoksi mm. arviot kulutusvaihteluista perustuvat lähinnä eri suunnittelijoiden käyttämiin arvioihin ja jäljempänä tarkemmin esitetyjen tutkimusten tuloksiin.

2.1 Kyselyillä ja haastatteluilla saadut tiedot

Tätä julkaisua varten haastateltiin sekä kirjallisesti että suullisesti useita eri vesihuollon ammattilaisia: suunnittelijoita sekä vesi- ja ympäristöpiirien vesihuollon rahoitus- ym. asioista vastaavia henkilöitä. Haastattelujen ohella käytiin läpi em. tahoilta saatuja esimerkkisuunnitelmia. Lisäksi valittiin otos pieniä vesilaitoksia eri puolilta Suomea, joilta kyseltiin tarkempia tietoja laitoksen kuluttajakunnan rakenteesta, vedenkulutuksesta sekä kulutusvaihteluista. Vastauksissa tietojen hajonta ja tarkkuuden vaihtelu oli suuri, minkä vuoksi kyselyillä saatuja tietoja ei ole kirjattu yksityiskohtaisesti tekstiin. Näin kerättyä aineistoa on kuitenkin käytetty julkaisun pohjatietona.

Kaikista vesi- ja ympäristöpiireistä pyydettiin pieniä vesilaitoksia tai loma-alueiden laitoksia koskevia esimerkkisuunnitelmia. Lisäksi kyseltiin piirien alueella vesihuoltosuunnitelmia tehneiden suunnittelijoiden nimiä sekä muita käytännön tietoja ja näkemyksiä tällaisten alueiden vesihuollon suunnittelua koskien. Palautetta saatiin kaikkiaan 10 piiriltä. Näistä osa lähetti myös esimerkkisuunnitelmia, osa selvitti puhelimesta yleisemmin näkemyksiään sekä tilannetta ja käytäntöjä piirinsä alueella.

Vesihuoltosuunnittelijoilta kyseltiin tietoja heidän mitoituskäytännöistään. Heiltä kysyttiin mm. käytetyistä vuorokausi- ja tuntikulutuskertoimista sekä ominais- ja yksikkökulutuksista. Lisäksi kyseltiin tietoja eri putkiosuuksien mitoituksessa käytettävistä virtaamista, yleensä käytetystä minimiputkikoosta, sovelletusta tekniikasta ym. Yhteyttä otettiin 31 pääosin eri suunnittelutoimistoissa sekä kunnissa, vesilaitoksilla tai yksi-

tyisesti toimivaan suunnittelijaan. Palautetta saatiin kaikkiaan 17 suunnittelijalta, joista osa lähetti tietoja mitoitustavoistaan ja/tai esimerkkisuunnitelmia, osa selvitti puhelimessa yleisemmin näkemyksiään.

Eräänä tietolähteenä on käytetty vesi- ja ympäristöhallituksen vesilaitostilastoa. Siitä saatavien tietojen tarkentamiseksi lähetettiin kysely 120 pienelle vesilaitokselle, jotka sijaitsevat Uudenmaan, Keski-Suomen, Pohjois-Karjalan, Oulun ja Lapin läänien alueella. Vastauksia saatiin kaikkiaan 61 eli vastausprosentti oli n. 50 %.

Kyselyjä lähetettiin tavanomaisille, pääosin asutusta taajamissa ja haja-asutusalueilla palveleville vesilaitoksille eri puolilla Suomea, jotta mukaan saataisiin mahdollisimman monenlaisia laitoksia. Pohjois-Karjalan läänissä oletettiin olevan paljon pieniä laitoksia ja maataloutta sekä uudehkoja laitoksia, joissa on pienehkö liittymisprosentti ja oman kaivon käyttöä. Myös Uudenmaan ja Keski-Suomen läänin alueella oletettiin omien kaivojen käytön olevan vielä suhteellisen yleistä, vaikka pääosa käytetystä vedestä toimitetaan keskitetyillä vedenjakelujärjestelmillä. Oulun läänin alueella vesilaitoksiin liittymisprosentti oletettiin suureksi. Uudenmaan ja Keski-Suomen läänien alueella laitoksiin liittymisprosentin oletettiin olevan pienehkö. Kysely lähetettiin lisäksi muutamalle Lapin läänin vesilaitokselle, jotka toimivat pienten taajamien alueella.

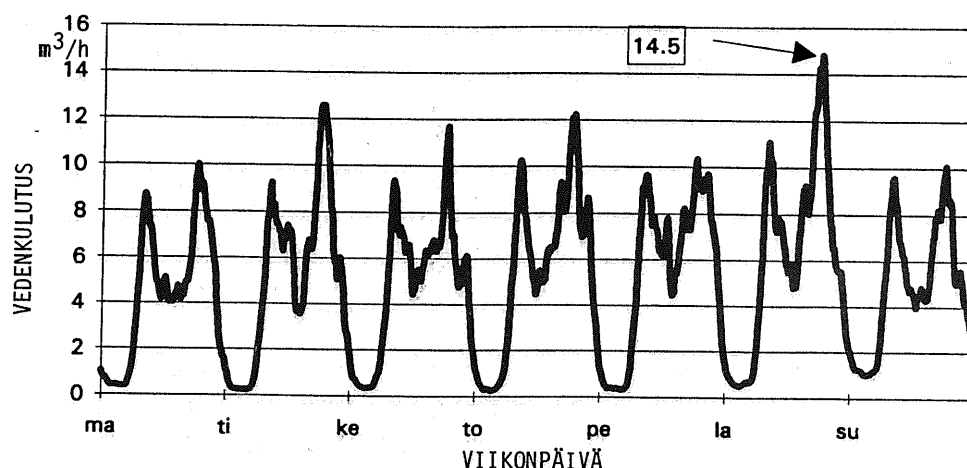
2.2 Tutkimus haja-asutuksen vedenkulutuksesta ja sen vaihteluista

Niemisen (1993) tutkimuksessa "Haja-asutuksen vedenkulutus ja sen vaihtelut", on tutkittu vedenkulutusta ja sen vaihtelua viiden vesiosuuskunnan alueella Pohjois-Karjalassa ja Keski-Suomessa. Vesiosuuskunnat toimittavat vettä pääosin karjatalousvaltaisille haja-asutusalueille. Tutkimuskohteet ja mittausajat on esitetty taulukossa 1. Tutkimuksen tuloksia on käsitelty myöhemmin tarkemmin kutakin asiaa koskevissa kappaleissa.

Osa mittauksista oli tehty kevättalvella, jolloin todennäköisesti ei huippukulutuksia esiinny. Taajama-alueen (Lehmon vesiosuuskunta) mittaukset tehtiin heinäkuulla lomaaikana, mikä on myös saattanut vaikuttaa mitattujen alentavasti vedenkulutushuippujen suuruuteen.

Vedenkulutuksia mitattiin impulssivesimittareita ja tiedonkeruulaitteita käyttäen 10 minuutin välein. Kuvassa 1 on esimerkki mitatuista tuntikulutusvaihteluista. Tutkimuksessa on esitetty kunkin mittauskohteen suurimman mitatun vuorokausikulutuksen ja tuntikulutuksen perusteella lasketut suurimmat tunti- ja vuorokausikulutuskertoimet. Lisäksi määritettiin eri kohteiden ominaiskulutukset ja asukkaiden ja karjan yksikkökulutukset (taulukko 1).

Tutkitut haja-asutusalueiden vesiosuuskunnat ovat suhteellisen nuoria. Vedenjakelu niissä on aloitettu vuosina 1987-1991. Osuuskunnat ja laitokset olivat mittauksen suoritusajankaan mennessä olleet toiminnassa 4-5 vuotta lukuunottamatta Mäntylän vesiosuuskuntaa, joka oli ollut toiminnassa vasta 1,5 vuotta. Taajama-alueella toimiva Lehmon osuuskunta oli tutkimusajankohtaan mennessä toiminut 14 vuotta. Haja-asutusalueiden vesiosuuskuntien nuoresta iästä johtuen on omien kaivojen käyttö niissä vielä suhteellisen runsasta erityisesti maataloilla.

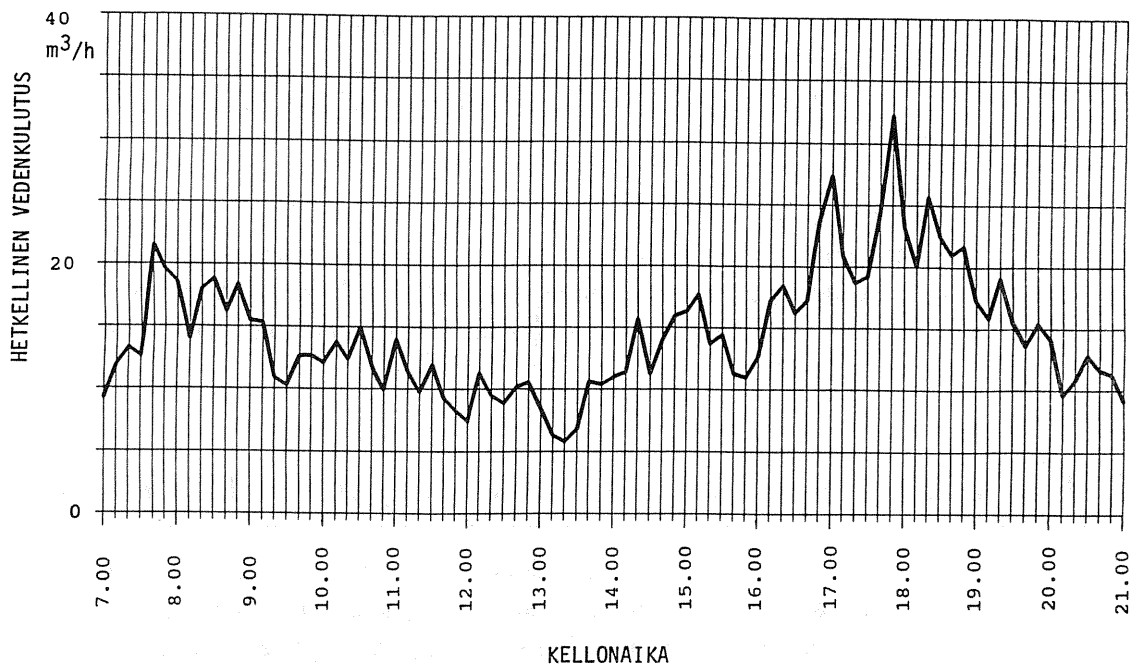


Kuva 1. Esimerkki tuntikulutusten vaihtelusta haja-asutusalueella (Martonvaaran vesiosuuskunta 8.6.-14.6.) Niemisen (1993) tutkimuksen mukaan.

Taulukko 1. Niemisen (1993) tutkimuksen havaintokohteet ja -ajat sekä havaitut vedenkulutukset.

Tutkimus- kohde	Tutkimus- aika	Liittyneitä asukkaita	Q_d , kokonais- kulutus (m^3/d)	Q_d , asukkaat (m^3/d)	Ominais- kulutus, karja mukana ($l/as \cdot d$)	Ominais- kulutus, asukkaat ($l/as \cdot d$)
Martonvaara (haja-asutusalue)	15.5.- 25.6.1992	303	83,8	31,5	277	104
--"---	12.1.- 10.2.1993					
Tohmajärvi (haja-asutusalue)	5.6.- 23.7.1992	217	62,8	22,1	289	102
--"---	12.1.- 9.2.1993					
Mäntylä (haja-asutusalue)	16.2.- 7.5.1993	114 + 25 loma-as.	20,4	11,1	179	97
Keihärinkoski- Valkeisjärvi (haja-asutusalue)	29.3.- 7.5.1993	367	86,1	76,8	235 (*)	209 (*)
Lehmo (taajama)	7.7.- 29.7.1992	735	98,9	76,6 ilman ho- tellia	135	104 ilman ho- tellia

(*) Vedenjakelussa oli häiriöitä mittausten aikana, joten saadut vedenkulutukset ovat todellisia suurempia. Vedenkulutukset on laskettu mittausajan keskikulutusten perusteella, joten myös ne ovat todellisia arvoja suurempia.



Kuva 2. Esimerkki hetkellisestä vedenkulutuksesta (10 minuutin välein mitattuna) Niemisen tutkimuksen (1993) mukaan.

2.3 Tutkimus vesijohtoveden ja siihen liittyvän sähköenergian käytöstä

Mettälän (1992) tutkimuksessa "Vesijohtoveden ja siihen liittyvän sähköenergian säästäminen sekä niiden käytön tasaaminen" on tutkittu vedenkulutusta ja vedenjakeluun liittyvää sähkönkulutusta Nivalan kaupungissa toimivan Nivalan Vesihuolto Oy:n alueella.

Vesilaitoksen alueella suoritettiin kysely 300 taloudelle ihmisten vedenkulutustottumuksista ja halukkuudesta niiden muuttamiseen ja säästämiseen. Lisäksi selvitettiin kyselytalouksien veden- ja sähkönkulutusta sekä yksityistalouksien että maatilojen osalta. Kotitalouksien keskimääräinen vedenkulutus ilman maatiloja oli 116 l/as·d. Maatilojen (88 kpl) veden käyttö asukasta kohti laskettuna oli keskimäärin 325 l/as·d. Koko Nivalan alueella (10976 liittynyttä asukasta) yksityistalouksien vedenkulutus oli keskimäärin 180 l/as·d, mihin sisältyi myös karjan vedenkulutus.

Mettälän työssä selvitettiin myös veden- ja sähkönkulutuksen vaihtelua koko vesilaitoksen alueella ja kahdelta eri paineenkorotuspumppaamolta, jotka toimittavat vettä n. 1850 ja 1900 asukkaalle haja-asutusalueella. Kulutusvaihtelumittaukset tehtiin 21.10.-31.12.1991. Suurimmat vuorokausikulutuskertoimet olivat pienempiä kuin kirjallisuudessa vastaavankokoisille alueille esitetyt, suurimmat tuntikulutuskertoimet puolestaan suurempia kuin kirjallisuudessa esitetyt. Kertoimien luotettavuutta ainakaan suurimpien vuorokausikulutuskertoimien suhteen ei tutkimuksen mukaan kuitenkaan voi pitää kovin hyvinä, sillä kulutukset on mitattu talvella, kun huippukulutukset todennäköisesti osuvat haja-asutusalueilla kesäajalle.

Mettälän tutkimuksen mukaan sekä veden- että sähkönkulutuksen huiput asettuvat samoihin aikoihin. Molempien tuntikulutuksissa oli havaittavissa kaksi päivittäistä huip-

pua, jotka ajoittuivat klo 8-10 ja 16-20 välille. Viikon suurin tuntikulutus ajoittui useimmiten lauantai-illaksi. Vuorokausikulutuksia tarkasteltaessa arkipäivien kulutus oli suhteellisen tasaista. Sunnuntaisin ja pyhäpäivisin kulutus laski hieman alle keskiarvon.

Tutkimuksessa selvitettiin myös sähkön käyttöä ja vedenpumppaukseen käytettyjen pumppujen hyötysuhteita. Vesilaitoksen energiakustannuksia voidaan tutkimuksen mukaan säästää parantamalla pumppaamoiden hyötysuhteita, rakentamalla ylavesisäiliö ja tehostamalla säiliön käyttöä sekä ajoittamalla pumppauksia edullisimpien sähkötariffien ajaksi (yöajaksi).

2.4 Tutkimus vedenkulutuksesta erityyppisissä kiinteistöissä

Sorvan ja Lakson (1992) tutkimuksessa on selvitetty vesi- ja viemärlaitosten perus- ja liittymismaksujen määräytymisperusteita koskevaan tutkimukseen liittyen erityyppisten kiinteistöjen vedenkulutusta. Tutkimus perustuu yhdeksältä eri puolella Suomea sijaitsevalta keski-suurelta, 5840-99900 asukkaan vesihuoltolaitokselta vuonna 1989 saatuihin tietoihin. Tutkimus tehtiin kyselytutkimuksena, jonka kohteena oli yhteensä lähes 760 kiinteistöä. Näistä 500 oli asuinkiinteistöjä eli kerros-, omakoti- ja rivitaloja. Talousvedenkulutusta tutkittiin lähes 2870 huoneiston osalta.

Vedenkulutuksia on tarkasteltu eri kiinteistöjen vuotuisten laskutettujen vedenkulutusten perusteella, joten tuloksena saatiin eri tyyppisten kuluttajien keskimääräisiä yksikkökulutuksia. Vedenkulutuksen vaihteluita ei tässä tutkimuksessa selvitetty. Tutkimuksen tuloksia on käsitelty myöhemmin tarkemmin kappaleessa 3.1.2.2.

2.5 Tutkimus talvilomakeskuksen vedenkulutuksesta ja sen vaihtelusta

Ojanperän (1993) tutkimuksessa on selvitetty talvilomakeskusten tyypillisten eri vedenkuluttajien vedenkulutusta ja sen vaihtelua vuosina 1991-1992. Päättutkimuskohteena oli Rukan alue Kuusamossa, jossa selvitettiin vedenkulutusta lomakylässä, hotellissa, huoneistohotellissa, rinneravintolassa sekä matkailuvaunualueella. Lisäksi tarkasteltiin koko lomakeskuksen vedenkulutusta. Vertailu- ja lisätietoina saatiin lähinnä vuorokausikulutuksia kuudesta muusta suomalaisesta talvilomakeskuksesta sekä kahdesta eri talvilomakeskuksissa sijaitsevasta hotellista. Lisäksi selvitettiin lisätietoja vedenkulutuksista ulkomaisista lähteistä, lähinnä norjalaisesta ja ruotsalaisesta kirjallisuudesta.

Tietoja vedenkulutuksen vaihtelusta saatiin parhaiten Rukan alueen tutkimuksista, jossa vedenkulutusta mitattiin eri kulutuskohdeissa. Muualta kulutusvaihtelutietojen saanti oli vähäisempää. Tutkimuksen ongelmallisina kohtia oli vedenkuluttajien määrän selvittäminen. Rukalla kuluttajien määrä saatiin melko tarkoin selvitettyä lomakylän, hotellien asukkaiden ja myös matkailuvaunualueen asukkaiden osalta. Ravintoloiden käyttäjämäärissä tarkkuus ei ollut yhtä hyvä, vaan ne perustuivat enemmän arvioihin.

Koko lomakeskuksen vedenkuluttajien määrän ja kulutuksen vaihtelun arviointi on vaikeaa. Kulutuksiin vaikuttaa voimakkaasti kuluttajakunnan rakenne, joka vaihtelee eri keskuksissa. Lomakeskuksen kokonaisvedenkulutusta onkin syytä tarkastella eri tyypp-

pisten kuluttajien arvioitujen kulutusten ja kuluttajamäärien perusteella. Suurin ongelma lomakeskusten vesihuollon mitoittamisessa on kuitenkin tulevan käyttäjämäärän arvioimisessa. Tutkimuksen tuloksia on käsitelty kappaleessa 3.2.

2.6 Muut kirjallisuustiedot

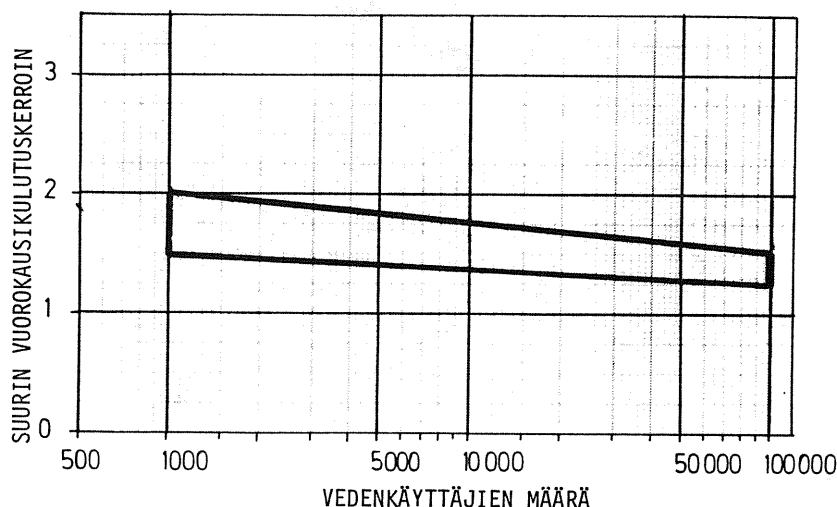
Kirjallisuudesta on käytetty lähinnä pohjoismaisia lähteitä. Tässä kappaleessa esitellään tarkemmin Ruotsissa käytettyjä mitoitusohjeita. Ohjeet ovat monilta osin vastaavanlaiset kuin Suomessa käytetyt Kaupunkiliiton ohjeet vuodelta 1979.

Ruotsissa on vuonna 1979 ilmestynyt Svenska Vatten- och Avloppsverksföreningens julkaisemana (publikation VAV P38) yleiset vesijohtoverkoston mitoitusohjeet. Ohjeissa esitetään käytettäväksi taulukossa 2 esitetyjä yksikkökulutuksen arvoja ja yleisen vedenkulutuksen osuuksia asukasta kohti laskettuna, ellei tarkempia paikallisia arvoja ole käytettävissä. Kulutuksen vaihtelukertoimina 1000-100 000 asukkaan laitoksilla käytetään kuvissa 3 ja 4 esitetyjä arvoja. Pientaloalueille valitaan kuvissa esitetyt korkeammat arvot.

Ruotsissa mitoittaessa huipputunnin perusteella pienennetään suurimman vuorokausikulutuskertoimen ja suurimman tuntikulutuskertoimen avulla vuoden keskimääräisestä tuntikulutuksesta saatavaa tuloa kertomalla se useamman perheen talojen (rivi- ja kerrostalot) alueilla kertoimella 0,8. Omakotitaloalueilla käytetään kertoimelle arvoa 1.

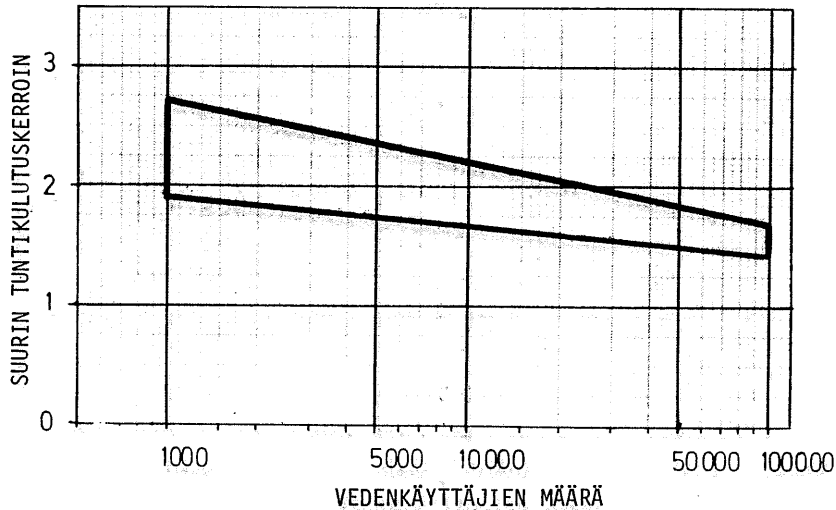
Taulukko 2. Ruotsissa käytettäväksi suositeltuja vedenkulutuksia (Svenska Vatten- och Avloppsverksföreningen 1979).

Huoneistotyyppi	Yksikkökulutus (l/as·d)		Yleinen kulutus (l/as·d)	
	1980	2010	1980	2010
Useamman perheen talo	220	230	60	80
Pientalot	180	200	20	40

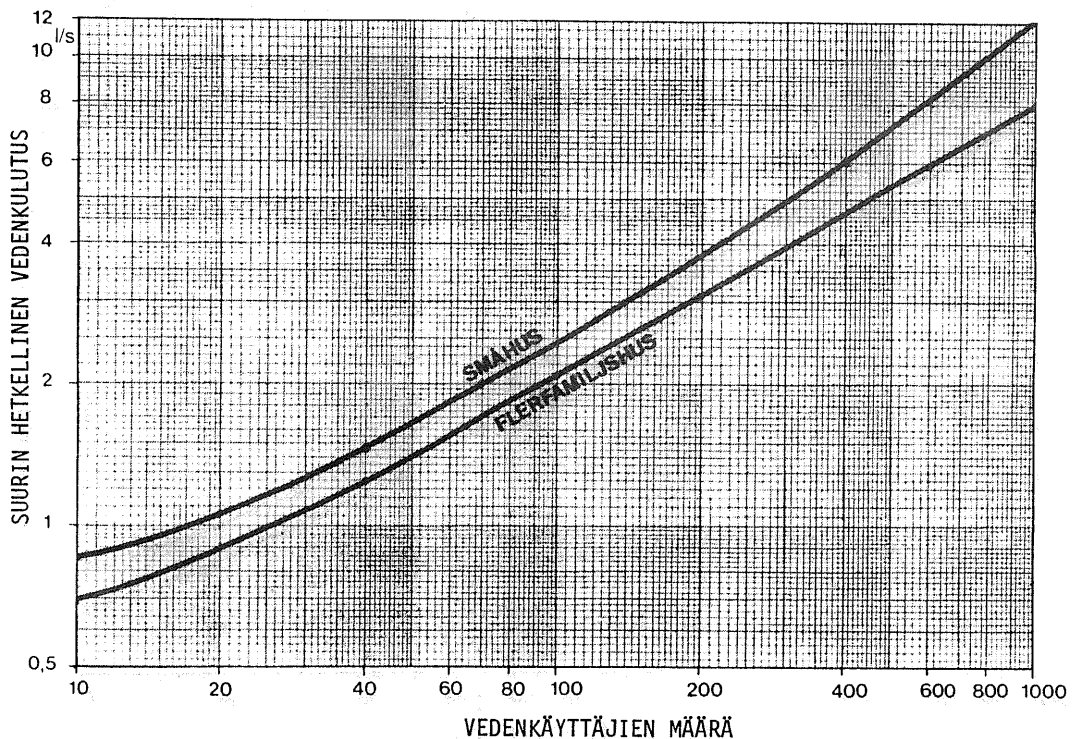


Kuva 3. Ruotsissa 1000 - 100 000 asukkaan vesilaitoksille käytetyt suurimmat vuorokausikulutuskertoimet (Svenska Vatten- och Avloppsverksföreningen 1979).

Ruotsissa käytetään alle 1000 asukkaan laitoksia mitoitettaessa huipputuntikulutuksen sijasta hetkellistä kulutusta (kuva 5). Kuvan käyrät perustuvat hanojen määrään ja niiden samanaikaisen käytön todennäköisyyteen Ruotsin rakentamismääräyskokoelman mukaisesti määritettynä. Kuvassa esitetty yhteys hetkellisen kulutuksen ja käyttäjien määrän välillä perustuu rivi- ja kerrostaloissa siihen, että hanojen määrän vedenkäyttäjää kohti on katsottu vastaavan normivirtaamaa 0,4 l/s. Omakotitaloissa on samanaikaisen käytön todennäköisyys ja vesikalusteiden taso arvioitu suuremmaksi kuin usean perheen taloissa. (Svenska Vatten och Avloppsverksföreningen 1979)



Kuva 4. Ruotsissa 1000 - 100 000 asukkaan vesilaitoksille käytetyt suurimmat tuntikulutuskertoimet (Svenska Vatten- och Avloppsverksföreningen 1979).



Småhus = pientalot, omakotitalot

Flerfamiljshus = useamman perheen talot; rivi- ja kerrostalot

Kuva 5. Ruotsissa 10 - 1000 asukkaan vesilaitoksille käytetty suurimman hetkellisen kulutuksen nomogrammi (Svenska Vatten- och Avloppsverksföreningen 1979).

Kuvan 5 ruotsalaisnomogrammi antaa melko samanlaisia tuloksia kuin Suomessa varsin yleisesti käytetty, myöskin ruotsalaisperäinen hetkellisen kulutuksen nomogrammi (kuva 6), kun siihen sijoitetaan Ruotsissa suositeltujen ominaiskulutusten avulla laske-
tut keskikulutukset ja katsotaan niiden avulla hetkelliset virtaamat.

Ruotsissa on vuonna 1994 julkaistu raportti, jossa on tutkittu 10 eri alueen vedenkulu-
tusvaihteluja (Nikell 1994). Tutkituilla alueilla asui 1485-20600 asukasta. Mittauksia
oli tehty useimmissa kohteissa noin kahden kuukauden ajalla. Julkaisussa on esitetty
mittauksista piirretyt tuntikulutusten vaihtelua kuvaavat käyrät.

3 MITOITUKSEN PERUSTEET JA LÄHTÖARVOT

3.1 Haja-asutusalueet ja pienet taajamat

3.1.1 Yleistä mitoituksen perusteista

Vedenjakelujärjestelmiä ja vesilaitoksia suunniteltaessa eräs tärkeimmistä lähtökohdista
on vedenkuluttajien määrän arvioiminen. Koska vedenjakelujärjestelmän eri osien tek-
ninen käyttöikä on pitkä, on ennuste tehtävä 25-30 vuoden päähän. Tällöin olisi tehtävä
arviot kuluttajamäärän maksimi- ja minimiarvoista ennustejakson päättyessä. Vedenot-
topaikkojen valitsemista varten on tehtävä ennusteita vieläkin pitemmälle aikavälille.
(Suomen Rakennusinsinöörien liitto 1981)

Vedenkulutusennuste laaditaan ennustettujen kuluttajamäärien ja ominais- ja yksikkö-
kulutusten perusteella. Kuluttajamääriä tarkasteltaessa on otettava huomioon asukas-
määrän ja muiden kuluttajien määrän muutokset sekä laitoksen jakelualueen mahdolli-
nen laajeneminen. Lisäksi on tarkasteltava myös ominais- ja yksikkökulutuksen arvioi-
tua kehitystä.

Vedenkulutuksen ennustetta ja muita mitoituksessa käytettäviä arvioita laadittaessa on
pyrittävä saamaan mahdollisimman tarkasti selville suunnittelun kohteena olevan alueen
aiemmat vedenkulutustiedot sekä asukas-, työpaikka-, teollisuus-, karja- ja loma-asu-
tus- ym. tiedot. Näitä voidaan saada tilastoista, kaavoista ja aiemmin suoritetuista mit-
tauksista yms. Tilastokeskuksesta on saatavissa kunnittaiset tiedot haja-asutuksen si-
jainnista.

Pieniä vesilaitoksia suunniteltaessa suunnittelualue on yleensä täsmällisemmin rajattu ja
suunnitteluajankohdan kuluttajamäärät tiedossa paremmin kuin suurilla alueilla, jolloin
vedenkulutus- ym. ennusteet voidaan tehdä tarkemmin ja suunnittelualueen todellisen
tiedossa olevan vedentarpeen ja painevaatimusten mukaisesti. Näin on erityisesti
suunniteltaessa vesihuoltoa jo rakennetuille alueille. Etenkin olemassa olevia verkostoja
laajennettaessa voidaan käyttää hyväksi jo rakennetun verkoston vedenkulutus-,
pumppaus- ja painetaso- ym. tietoja. Mitoituksessa voidaan käyttää hyväksi myös
vastaavankokoisilta ja -tyyppisiltä alueelta saatavia kulutustietoja.

Mikäli muita, tarkempia tietoja ei ole olemassa, mitoitus voidaan tehdä yleisten, kirjalli-
suudessa esitettyjen mitoitusohjeiden perusteella. Tällaisia ohjeita ovat tässä esitettyjen
ohjeiden lisäksi mm.:

- Vedenkulutusennusteen laatiminen (Vesihallitus 1981),
- Vesijohtojen ja viemäreiden suunnittelu (Suomen Kaupunkiliitto 1979) ja
- Vesihuolto (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto, RIL 1973).

Vedenjakelujärjestelmää mitoitettaessa on tärkeää tutkia eri mahdollisuuksia ja ratkaisuvaihtoehtoja, sekä niiden vaikutusta laitoksen toimintaan ja rakentamis- ja käyttökustannuksiin. Tämä koskee esim. säiliöiden rakentamista ja sijoittamista, eri putkikokojen ja laatuojen käyttöä, vaihteittain rakentamista sekä vedenkäsittelyn keskittämistä. Erilaisien atk-pohjaisten vedenjakelujärjestelmien mitoitushjelmien avulla pystytään helposti vertailemaan eri ratkaisuja verkoston mitoituksessa ja tarkastelemaan vedenjakelujärjestelmiä kokonaisvaltaisesti.

3.1.2 Ominais- ja yksikkökulutukset

3.1.2.1 Ominais- ja yksikkökulutusten määrittäminen

Ominaiskulutuksella tarkoitetaan veden keskimääräistä vuorokausikulutusta jaettuna vesilaitokseen liitetyissä kiinteistöissä asuvien asukkaiden määrällä. Ominaiskulutusta laskettaessa käytetään vuoden keskimääräistä vedenkuluttajien määrää. Keskimääräisenä vedenkulutuksena käytetään tällöin vuoden kokonaiskulutuksen ja vuoden päivien luvun osamäärää. Ominaiskulutus koostuu eri vedenkuluttajaryhmien vedenkulutuksesta eli talousveden, palvelutoimintojen vedenkäytön, teollisuusveden, maatalouden ja yleisen kulutuksen osuuksista. (Suomen Kaupunkiliitto 1979)

Veden yksikkökulutuksella tarkoitetaan kulutusyksikön tietyn ajan, yleensä vuorokauden, kuluessa käyttämää vesimäärää. Se saadaan jakamalla vuorokauden vedenkulutus kuluttajayksikköiden lukumäärällä. Kuluttajayksikkönä voidaan käyttää asukasta ($l/as \cdot d$), työpaikkaa, tuoteyksikköä, oppilas- tai potilaspaikkaa, vuodepaikkaa tai muuta soveltuvaa yksikköä. Erikoistapauksissa voidaan yksikkökulutuksena käyttää myös asuintalojen, liikkeiden jne. pinta-alayksikköä (neliömetriä tai kerrosneliömetriä) kohti laskettua vedenkulutusta ($l/m^2 \cdot d$ tai $l/k-m^2 \cdot d$). Yksikköarvon valintaan vaikuttaa se, miten kyseisen yksikkökulutuksen arvot ja yksiköt ovat saatavissa eri tilastoista ja ennusteista. (Suomen Kaupunkiliitto 1979)

Veden ominaiskulutuksen ennustaminen tulee tehdä paikkakuntaakohtaisesti. Ennusteet on perustettava havaittuihin yksikkökulutuksen arvoihin ja näiden arvioituihin muutoksiin. Ellei paikkakunnalta ole olemassa omia havaintoja, käytetään yleisiä yksikkökulutusrvoja. Muutoksia arvioitaessa otetaan huomioon mahdollisimman monipuolisesti yksikkökulutuksiin vaikuttavat tekijät sekä näiden kehityksen suuntaviivat. (Suomen Kaupunkiliitto 1979)

Vedenkäytön ennusteet laaditaan useimmiten kertomalla ennustetulla ominaiskulutuksella arvioitu liittyjä määrä. Tällöin tähän ominaiskulutukseen sisältyy koko vedenkulutus. Varmin keino ennustaa vedenkulutuksen kehitystä on kuitenkin laatia kullekin kulutusmuodolle tai vieläkin pienemmälle kulutusyksikölle oma ennuste, ja yhdistää lopuksi nämä ennusteet kokonaisvedenkulutusta kuvaavaksi ennusteeksi. Veden ominaiskulutus tulee määrittää arvioimalla osa-alueittain erikseen sen osatekijöistä ainakin asutuksen, palvelutoimintojen ja teollisuusveden yksikkökulutukset sekä yleisen vedenkäytön osuus. Yleisen vedenkulutuksen mittaamattoman hukkaveden osuus olisi pyrittävä tulevaisuudessa rajoittamaan alle 10 % kokonaisvesimäärästä, jolloin yleisen kulu-

tuksen osuus tulisi kaikkiaan olemaan keskimäärin 13-16 % kokonaisvesimäärästä (Vesihallitus 1981). Maaseudulla ja haja-asutusalueilla on arvioitava erikseen myös maa- ja karjatalouden vedenkulutuksen osuus, koska ne muodostavat merkittävän osan vedenkulutuksesta. Erityisesti, mikäli tiedossa ei ole paikkakunnan omia yksikkökulutuksia, on kulutus syytä muodostaa eri kulutusmuotojen yksikkökulutusten perusteella. (Suomen Kaupunkiliitto 1979, Vesihallitus 1981)

Ominais- ja yksikkökulutuksiin ei käytännössä vaikuta niinkään laitoksen koko, vaan kuluttajakunnan koostumus. Laitoksen ominaiskulutukseen vaikuttaa asutuksen ja muiden vedenkäyttäjien, kuten maatalouden, palvelujen ja teollisuuden suhteellinen osuus vedenkäyttäjistä ja -kulutuksesta. Ominaiskulutukseen vaikuttaa myös asutuksen ja kaantuminen omakoti-, rivi- ja kerrostaloasumiseen.

Vedenkulutusennustetta laadittaessa on siis otettava huomioon erityyppisten kuluttajien yksikkökulutukset ja kuluttajayksikköjen määrät ja laadittava suunnittelupaikan ominaiskulutuksen ja edelleen kokonaisvedenkulutuksen ennuste nämä seikat huomioon ottaen.

3.1.2.2 Talousveden kulutus ja siihen vaikuttavat tekijät

Talousveden kulutuksessa on viime aikoina tapahtunut ja tapahtuneen edelleen kasvua lähinnä haja-asutusalueilla kiinteistöjen varustetason noustessa taajamien asuntoja vastaavaksi. Kotitalouksien saniteettilaitteiden ja muiden vesikalusteiden kehittyminen sekä vesimaksujen nousu on toisaalta vähentänyt vedenkulutusta kotitalouksissa. (Vesihallitus 1981)

Vesihuoltolaitoksille vuonna 1979 tehdyn kyselyn ja kirjallisuustietojen perusteella talousvedenkulutukselle on esitetty taulukossa 3 olevat keskimääräiset vedenkulutukset (Vesihallitus 1981). Uudemmissa selvityksissä on havaittu tapahtuneen kulutuksen laskua. Sorvan ja Lakson (1992) tutkimuksessa erityyppisten kiinteistöjen vedenkulutuksesta saatiin yhdeksässä tarkastellussa kunnassa talousveden keskimääräiseksi kulutukseksi asukasta kohti taulukossa 4 esitetyt arvot.

Sorvan ja Lakson (1992) tutkimuksen kiinteistöissä oli vedenkulutus asukasta kohti laskettuna omakotitaloissa noin 5 % pienempi kuin asuinkerrostaloissa. Asuntokunnan koon kasvaessa asukasta kohti laskettu kulutus vähenee. Asunnon kerrosalan kasvaessa asumisväljyys kasvaa ja vedenkulutus kerrosalaa kohti laskettuna pienenee. Asukasta kohti laskettu kulutus yleensä kasvoi kerrosalan kasvaessa. (Sorva ja Lakso 1992)

Taulukko 3. Talousveden keskimääräiset yksikkökulutukset eri asuntotyypeissä Vesihallituksen vuonna 1979 tekemän tiedustelun perusteella (Vesihallitus 1981).

Asuntotyyppi	Yksikkökulutus keskimäärin (l/as·d)	
	Kysely vuodelta 1979	Ennuste vuoteen 2010
kerrostalot yleensä	170-180	170-220
-omistusasunnot	160-180	
-vuokra-asunnot	180-200	
rivitalot	150-170	150-200
omakotitalot	120-150	130-180

Taulukko 4. Sorvan ja Lakson (1992) tutkimuksessa eri asuntotyypeille saadut keskimääräiset kulutukset.

Asuntotyyppi	Yksikkökulutus (l/as·d)	
	Kyselytutkimuksen kunta-kohtaiset keskimääräiset kulutukset	Kaikissa kyselykunnissa keskimäärin
kerrostalot	73-173	129
rivitalot	91-155	129
omakotitalot	110-140	123

Vedenkulutukseen vaikuttaa Sorvan ja Lakson (1992) tutkimuksen mukaan myös veden mittautapa ja huoneiston omistussuhde. Huoneistokohtaista veden mittautusta käytettäessä kulutus pienenee. Omistusasunnoissa vedenkulutus on pienempää kuin vuokra-asunnoissa. Näiden tekijöiden merkitys vesijohtojen mitoituksen kannalta on kuitenkin melko pieni.

Mettälän (1992) tutkimuksessa Nivalan alueella asukkaiden vedenkulutus oli keskimäärin 116 l/as·d. Niemisen (1993) tutkimuksessa neljän tutkitun laitoksen keskimääräinen kulutus asukasta kohti, ilman karjatalouden vedenkulutusta, oli 97-135 l/as·d, keskimäärin 120 l/as·d, kun jätetään huomiotta viides laitos, jonka vedenjakelussa oli häiriöitä. Asukkaiden keskimääräiset kulutukset olivat kolmen haja-asutusalueen vesilaitoksen alueella 97-104 l/as·d. Tutkitulla taajama-alueella (Lehmo) asukkaiden vedenkulutus oli 135 l/as·d, mutta kun hotellin vedenkulutus vähennetään kokonaiskulutuksesta, oli asukkaiden vedenkulutus 104 l/as·d. Niemisen (1993) tutkitut haja-asutusalueiden vesilaitokset olivat suhteellisen nuoria, joten niissä esiintyi myös omien kaivojen käyttöä. Haja-asutusalueilla asukkaiden vedenkulutus nousee siis vielä jonkin verran, mutta oletettavasti kuitenkin enintään samalle tasolle kuin yleensä omakotitaloissa.

Suosituksia talousveden kulutuksen arvioinnista

Asukkaiden yksikkökulutuksien voidaan maaseudun uudemmissa, normaalisti varustetuissa talouksissa olettaa olevan samaa tasoa kuin muillakin alueilla. Pienten vesilaitosten talousvedenkulutuksen arvioinnissa voitaneenkin nykytasolla soveltaa Sorvan ja Lakson tutkimuksessa esitettyjä arvoja.

Laitoksen kokoluokalla ei liene juurikaan vaikutusta asukkaiden yksikkökulutuksiin, vaan kulutuserot johtuvat mm. talojen varustetasossa olevista eroista ja omakoti-, rivi- ja kerrostalojen esiintymisestä. Näinollen voidaan asukkaiden keskimääräiset talousvedenkulutukset kullakin paikkakunnalla arvioida eri asuntotyyppien vedenkulutusten ja eri asuntotyyppien esiintymisen perusteella. Mikäli eri asuntotyypeissä asuvien ihmisten määrä on tiedossa, voidaan kulutukset laskea asuntokohtaisten kulutusten avulla.

Edellä esitetyt tutkimustulokset tukevat havaintoja vedenkulutuksen yleisestä laskevasta kehityssuunnasta. Myöskään tulevaisuudessa ei ole nähtävissä syitä, jotka aiheuttaisivat ainakaan runsasta kasvua asutuksen vedenkulutuksessa. Vedenkulutuksen yleisten kehitysnäkemiä tarkasteluun palataan tarkemmin luvussa 4.

Sorvan ja Lakson (1992) tutkimuksessa esitettyjen keskimääräisten ja vesihallituksen tutkimustulosten (1981) perustella voidaan kulutuksien arvioida olevan yleensä taulu-

kossa 5 esitettyjen kulutusten luokkaa uudehkoissa kiinteistöissä. Koska tulevaisuudessa ei vedenkulutuksessa ole odotettavissa merkittävää kasvua, voitaneen näitä kulu-
tusarvoja käyttää varsin pitkälle tulevaisuuteen.

Mikäli ei ole olemassa tarkempia paikkakuntaakohtaisia tietoja, voidaan talousveden yksikkökulutuksien arvioinnissa käyttää pohjana taulukon 5 kulutuksia. Esitetyn vaihteluvälin sisällä kulutuksiin vaikuttaa alentavasti mm. jos asunto on omistusasunto, vesi mitataan huoneistokohtaisesti, asunnossa ei ole kylpyammetta sekä jos käytössä on uudehkot vesikalusteet.

Taulukko 5. Eri asuntotyypeille sovellettavia, edellä esitettyjen tietojen perustella arvioituja keskimääräisiä yksikkökulutuksia.

Asuntotyyppi	Keskikulutus yleensä välillä (l/as·d)	Keskikulutusten keskimääräinen arvo (l/as·d)
kerrostalot	80-180	130
rivitalot	90-160	130
omakotitalot	110-140	125

3.1.2.3 Ominaiskulutukset pienten vesilaitosten alueella

Ominaiskulutukset vaihtelevat suuresti mm. teollisuuden vedenkulutuksen, palvelujen määrän sekä maatalouden voimaperäisyydestä ja karjan määrästä riippuen. Maataloissa vedenkulutus on yleensä suurempaa kuin tavallisissa omakotitaloissa. Toisaalta taajamien vesilaitoksissa on liittyneinä enemmän palveluja, kuten kauppoja, kouluja, sairaaloita yms. sekä teollisuutta. Tämä nostaa vedenkulutusta ja ominaiskulutusta.

Vesihallituksen (1981) monisteessa "Vedenkulutusennusteen laatiminen" on esitetty eri kokoisten vesilaitosten keskimääräisiä ominaiskulutuksia vuodelta 1978 (taulukko 6) ja ominaiskulutuksen enimmäisennusteet vuoteen 2010 saakka (taulukko 7).

Vesi- ja ympäristöhallituksen vesilaitostilastosta saatiin tietoja pienten vesilaitosten vedenkulutuksista vuosilta 1992 ja 1993. Vesilaitostilastossa on kaikki yli 200 asukkaan laitokset ja myös osa tätä pienemmistä laitoksista. Tilastosta saatiin vesilaitosten nimi- ja osoitetiedot, liittyjämäärä ja laitokselta toimitettu vesimäärä sekä näiden perusteella

Taulukko 6. Keskimääräinen ominaiskulutus erikokoisilla vesilaitoksilla koko Suomen, Helsingin ja Kuopion vesipiirien alueella v. 1978 (Vesihallitus 1981).

Vesilaitoksen liittyjämäärä (asukasta)	Koko Suomen alueella			Helsingin vesipiirin alueella		Kuopion vesipiirin alueella	
	Laitoksia yhteensä	Ominaiskulutus (l/as·d)	Keskijointo (l/as·d)	Ominaiskulutus (l/as·d)	Laitosten määrä	Ominaiskulutus (l/as·d)	Laitosten määrä
1-199	66	208	± 95	242	14	226	1
200-999	298	223	± 94	241	52	238	15
1000-3999	229	233	± 61	286	31	273	14

Taulukko 7. Ominaiskulutuksen enimmäisennuste vuoteen 2010 erikokoisilla vesilaitoksilla (Vesihallitus 1981).

Vesilaitoksen liittijämäärä (asukasta)	Ominaiskulutus (l/as·d) vuonna				
	1980	1985	1990	2000	2010
-200	204	230	250	260	270
200-4000	231	260	290	310	330
4000-50000	278	310	330	350	360
50000-	332	350	370	390	400

laskettu vedenkulutus liittynyttä asukasta kohti vesilaitoksen toiminta-alueella. Tilastossa on mukana myös sellaisia laitoksia, jotka toimivat vedenmyyntiyhtiönä oman liittijäkunnan ollessa jopa alle 10 asukasta. Tilasto on ottamokohtainen, joten siinä on mukana myös suurempien vesilaitosten osana toimivia laitoksia.

Taulukossa 8 on esitetty vuoden 1992 vesilaitostilastosta saadut, liittynyttä asukasta kohti lasketut vedenkulutukset eri kokoluokan vesilaitoksissa. Jaottelua tehtäessä poistettiin ensin selvästi tavanomaisesta vesilaitoksesta poikkeavat tapaukset. Tällaisia olivat mm. sairaaloiden ja tehtaiden vesilaitokset, turistikeskusten vesilaitokset sekä vedenmyyntiyhtiöt. Poistettavaksi valittiin laitokset, jotka nimen perusteella kuuluivat selvästi edellä mainittuihin erikoislaitoksiin tai joilla edellä mainituista syistä asukasta kohti laskettu vedenkulutus oli yli 1000 l/as·d. Lisäksi tarkasteltiin erikseen laitoksia, joiden asukasta kohti laskettu kulutus oli välillä 90-400 l/as·d. Kulutuksen asukasta kohti on tällöin oletettu yleensä olevan vähintään sama kuin rivitaloasukkaiden pienin kesikukulutus (taulukko 4), ja enintään samaa tasoa kuin aiemmin vuodelle 2010 ennustettu suurin ominaiskulutus 400 l/as·d (taulukko 7). Taulukon 8 laitoksista, joiden vedenkäyttö asukasta kohti on alle 1000 l/as·d, mahtuu tälle välille kokoluokassa alle 500 asukasta 90 % laitoksista, 500-1000 asukkaan laitoksista 95 % ja 1000-2000 asukkaan laitoksista yli 99 %.

Taulukko 8. Vesi- ja ympäristöhallituksen vesilaitostilastosta saadut tiedot alle 2000 asukkaan laitoksista vuonna 1992.

	Vedenkulutus liittynyttä asukasta kohti (l/as·d) vuonna 1992, kun vesilaitokseen liittyneissä kiinteistöissä asuu					
	≤ 500 asukasta		500-1000 asukasta		1000-2000 asukasta	
	Laitokset, joissa kulutus asukasta kohti on alle 1000 l/as·d	Laitokset, joissa kulutus asukasta kohti on 90-400 l/as·d	Laitokset, joissa kulutus asukasta kohti on alle 1000 l/as·d	Laitokset, joissa kulutus asukasta kohti on 90-400 l/as·d	Laitokset, joissa kulutus asukasta kohti on alle 1000 l/as·d	Laitokset, joissa kulutus asukasta kohti on 90-400 l/as·d
keskimäärin	221	205	216	213	214	92
maksimi	773	375	572	399	841	396
minimi	26	90	30	107	92	209
laitosten lukumäärä	199	178	97	92	120	119

Vesilaitostilastosta saatiin pelkästään tiedot laitosten vedenkulutuksista, liittyjien määrästä sekä niistä asukasta kohti lasketuista kulutuksista. Jotta saataisiin tarkempia tietoja laitosten kuluttajakunnasta, tehtiin tätä julkaisua varten kysely 120:lle alle 2000 asukkaan vesilaitokselle. Kysely suunnattiin Uudenmaan, Pohjois-Karjalan, Keski-Suomen, Oulun ja Lapin läänien alueelle, jotta saataisiin mukaan mahdollisimman eri tyyppisiä alueita. Kyselyyn saatiin 61 vastausta, eli vastausprosentti oli n. 50 %.

Tehdyn kyselyn perusteella saatuja tietoja eri tyyppisten laitosten asukasta kohti lasketuista vedenkulutuksista on esitetty taulukoissa 9 ja 10. Taulukossa 9 on esitetty asukaskohtaiset vedenkulutukset eri kokoluokan laitoksissa, taulukossa 10 on lisäksi eritelty laitokset sen mukaan, oliko niihin liittynyt maatalouksia. Koska kyselyyn saadut vastaukset olivat osin puutteellisia ja epäyhtenäisiä, ovat taulukoissa 9 ja 10 esitetyt vedenkulutukset ja asukasmäärät peräisin vesi- ja ympäristöhallituksen vesilaitostiedoista vuosilta 1992 ja 1993. Taulukoissa 9 ja 10 on ilmaistu molempien vuosien maksimi-, minimi- ja keskimääräisarvot, minkä vuoksi em. kohdissa on kaksi lukua. Tiedot maatiilojen määrästä ovat peräisin tehdystä kyselystä. Koska saatujen tietojen määrä ja tarkkuus olivat vaihtelevia, ei kyselyn tulosten perusteella voitu esim. laskea maatalojen tai karjan kulutuksen osuutta kokonaiskulutuksesta. Kyselyyn vastanneiden vesilaitosten pienestä lukumäärästä johtuen saattaa keskiarvoissa myös esiintyä epä johdonmukaisuuksia.

Kun tehdyssä kyselyssä verrattiin vuosien 1992 ja 1993 asukasta kohti laskettuja vedenkulutuksia laitoksissa, joihin oli liittynyt maatalouksia ja joihin ei ollut liittynyt maatalouksia, ei maatalous näyttänyt vaikuttavan selvästi asukaskohtaista kulutusta lisäävästi kuin vasta yli 1000 asukkaan laitoksissa (taulukko 10). Osittain lienee syynä

Taulukko 9. Tätä julkaisua varten tehtyyn kyselyyn vastanneiden vesilaitosten asukasta kohti laskettuja vedenkulutuksia, kun liittyneissä kiinteistöissä asuu alle 2000 asukasta.

	Ominaiskulutus (l/as·d) vuosina 1992 ja 1993, kun vesilaitokseen liittyneissä kiinteistöissä asuu		
	≤500 asukasta	500 - 1000 asukasta	1000 - 2000 asukasta
keskimäärin	181-182	193-195	214-218
maksimi	269-308	350-358	325-339
minimi	57-77	119-146	147-159
laitosten määrä	32	9	16

Taulukko 10. Tätä julkaisua varten tehtyyn kyselyyn vastanneiden erikokoisten vesilaitosten asukasta kohti laskettuja vedenkulutuksia jaoteltuna sen mukaan, oliko laitoksiin liittynyt maatalouksia.

	Ominaiskulutus (l/as·d) vuosina 1992 ja 1993, kun vesilaitokseen liittyneissä kiinteistöissä asuu					
	≤500 asukasta		500 - 1000 asukasta		1000 - 2000 asukasta	
	Laitokset, joihin on liittynyt maatalouksia	Laitokset, joihin ei ole liittynyt maatalouksia	Laitokset, joihin on liittynyt maatalouksia	Laitokset, joihin ei ole liittynyt maatalouksia	Laitokset, joihin on liittynyt maatalouksia	Laitokset, joihin ei ole liittynyt maatalouksia
keskimäärin	176-178	185-190	149-155	227-228	219-223	206-211
maksimi	269-308	240	163-166	350-358	325-339	277-318
minimi	57-77	90-92	119-146	187-191	160-176	147-159
laitosten määrä	28	5	4	5	9	7

ollut saatujen vastausten sekä sellaisten laitosten pieni määrä, joihin ei ollut liittynyt maatalouksia. Osittain tähän vaikuttaa myös maatalojen koon vaihtelu. Tutkitut laitokset, joiden alueella ei ollut karjaa, sijaitsivat usein taajama-alueilla. Taajamissa oli puolestaan muita asukaskohtaista vedenkulutusta kasvattavia tekijöitä, kuten kouluja, kauppoja, terveyskeskuksia, vanhainkoteja ym. palveluita sekä teollisuutta. Pienillä laitoksilla taajamien mahdollisten palveluiden ja teollisuuden kulutus myös vaikuttaa suhteessa enemmän asukasta kohti laskettuihin kulutuksiin kuin suuremmilla laitoksilla.

Maatilojen vedenkulutus vaihtelee riippuen viljelytoiminnan tehokkuudesta ja laajuudesta. Iäkkäiden viljelijöiden maataloilla lienee kulutus yleensä pienempää, sillä viljelyn tehokkuus on usein pienempi. Kulutukseen vaikuttaa mm. karjan määrä, navetta- ym. rakennusten varustelutaso ja käytetty lannanpoistomenetelmä. Haja-asutusalueilla tulee usein kyseeseen myös omien kaivojen käyttö karjantalouksien vedentarpeen osittaisessa tyydyttämisessä.

Suoritettuun kyselyyn vastanneiden vesilaitosten keskimääräiset asukasta kohti lasketut vedenkulutukset ovat selvästi pienempiä kuin vesihallituksen (1981) selvityksessä. Myös pienissä laitoksissa on siten tapahtunut ominaiskulutuksen laskua.

Oulun yliopistossa 1992-1993 tehdyissä tutkimuksissa on myös selvitetty haja-asutusalueiden vedenkulutuksia. Niemisen (1993) tutkimuksessa olivat ominaiskulutukset alle 500 asukkaan haja-asutusalueen laitoksissa 179-289 l/as·d. Tutkitun taajaman (735 asukasta) ominaiskulutus oli 135 l/as·d. Mettälän (1992) Nivalassa haja-asutusalueilla tekemien tutkimuksien tuloksista (taulukko 14) saadaan vedenkulutuksiksi asukasta kohti Pääkönpään 1850 asukkaan alueella keskimäärin 126 l/as·d ja maksimissaan 159 l/as·d. Karvoskylän 1900 asukkaan alueella vastaaviksi asukaskohtaisiksi kulutuksiksi saadaan 179 l/as·d ja 259 l/as·d. Mettälän (1992) Nivalan alueella tekemään kyselytutkimukseen osallistuneiden 88 maatilan ominaiskulutus oli 325 l/as·d. Kyselytalouksissa oli n. 410 asukasta. Tilaa kohti laskettuna oli kulutus 1,5 m³/d.

Eri konsultit ovat suunnitelmissaan käyttäneet ominaiskulutuksille seuraavanlaisia arvoja:

1-500 asukasta	180-200 l/as·d,
500-1000 asukasta	200-230 l/as·d,
1000-2000 asukasta	220-250 l/as·d.

Haja-asutusalueiden vedenkulutuksia on suunnitelmissa joskus myös arvioitu karkeammin tarkkuudella 0,4-0,5 m³/d karjattomille talouksille ja 1,2-2,0 m³/d karjatalouksille. Vedenkulutuksille on myös käytetty arvoja 1-1,5-2 m³/d maatalouskiinteistöä kohti.

Suosituksset ominaiskulutuksen arvioimisesta

Ominaiskulutukset vaihtelevat voimakkaasti kuluttajakunnan rakenteesta riippuen. Tämän vuoksi on ominaiskulutukset myös pieniä vesilaitoksia mitoitettaessa syytä muodostaa erityyppisten kuluttajien yksikkökulutusten perusteella, ellei tiedossa ole suunnittelualueen aiempia kulutuksia.

Pienillä laitoksilla yksittäiset suuret kuluttajat vaikuttavat koko laitoksen kokonaiskulutukseen suuria laitoksia enemmän. Taajaman koon kasvaessa palvelujen määrä kasvaa,

mikä kasvattaa myös ominaiskulutusta. Suuremmissa taajamissa on myös enemmän kerros- ja rivitaloja, mikä vaikuttaa hieman ominaiskulutusta nostavasti.

Mikäli aiemmista kulutuksista ja eri kulutusyksiköistä ei kuitenkaan ole olemassa tarkempaa tietoa, voidaan ominaiskulutusta arvioida yleisemmin laitokseen perusteella. Kun otetaan huomioon edellä esitetyt tiedot ominaiskulutuksista ja aiemmin esitetyt tiedot eri asuntomuotojen kulutuksista, voitaneen ominaiskulutusten erikokoisilla laitoksilla arvioida olevan seuraavaa suuruusluokkaa:

Laitoksen koko	Ominaiskulutus yleisimmin välillä (l/as·d)	Keskimääräinen ominaiskulutus (l/as·d)
alle 500 asukasta	90-400	180-205,
500-1000 asukasta	120-400	190-215,
1000-2000 asukasta	150-400	210-225.

Koska ominaiskulutukset vaihtelevat voimakkaasti eri paikkakunnilla kuluttajakunnan rakenteesta riippuen, on esitettyjen arvojen soveltaminen harkittava ja tehtävä tapauskohtaisesti. Ensisijaisesti kunkin alueen ominaiskulutukset tulee määrittää suunnittelualueen aiempien vedenkulutusten perusteella, jolloin tarkastellaan sekä tiedossa olevia yksikkö- että ominaiskulutuksia. Mikäli aiempia kulutuksia ei ole tiedossa, ominaiskulutus voidaan määrittää eri vedenkäyttäjärhyhmille yleisesti suositeltujen yksikkökulutusten tai samankaltaisten vertailupaikkakuntien vedenkulutusten perusteella. Tässä annettuja ohjeellisia arvoja voidaan käyttää pohjana ominaiskulutuksen arvioinnille ellei edellä sanottuja tarkempia tietoja ole olemassa.

3.1.2.4 Maatalouden ja karjan yksikkökulutukset

Karjan vedenkulutuksesta on esitetty eri lähteissä useita, toisistaan hieman poikkeavia arvioita. Karjan vedenkulutuksen tutkimista vaikeuttaa yleensä erillisten vesimittareiden puuttuminen navetoista. Karjan kulutuksia on mm. tutkittu 18 tilalla vuonna 1978 ja 1979 (Vesihallitus 1981) ja 6 tilalla vuonna 1992 (Nieminen 1993). Näissä tutkimuksissa saadut tulokset vastaavat varsin hyvin karjan vedenkulutukselle kirjallisuudessa esitettyjä arvioita.

Ellei paikallisia, tarkempia tietoja ole olemassa, voidaan karjalle käyttää seuraavia keskimääräisiä vedenkulutusarvoja (Vesihallitus 1981 ja 1982, Nieminen 1993):

Eläin	Yksikkökulutus l/eläin·d
lypsykarja	60-120
hiehot ja mullit	30-40
vasikat	15-20
emakkosiat	20-30
lihasiat	5-10
lampaat	10
siipikarja	0,3
turkiseläimet	1-3.

Kasvihuoneille voidaan käyttää keskimääräisenä vedenkulutuksena 4-5 l/m²·d ja lava-viljelmille noin kolmanneksen pienempää arvoa (Vesihallitus 1982, Suomen Kunnallisliitto ja Vesihuoltoliitto 1985). Talvella voi turkiseläintarhoissa vedenkulutus olla huomattavasti edellä esitettyä korkeampi, jopa n. 10 l turkiseläintä kohti, koska vettä juoksutetaan jatkuvasti tarhan vesijohtoputkien jäätyksen estämiseksi.

Lypsylehmien vedenkulutus vaihtelee mm. niiden tuoton, lypsykoneen pesutavan ja ruokinnassa käytetyn rehun mukaan (kuiva rehu, tuorerehu). Karjatalouksien vedenkulutukseen vaikuttaa myös käytetty lannanpoistomenetelmä. Vedenjakeluverkostosta otettua vesimäärää voi maataloissa pienentää omien kaivojen käyttö. Tämä on yleistä varsinkin Pohjois-Karjalan maataloilla (Nieminen 1993).

Yllä arvioidut kulutukset sisältävät normaalin karjatalouksissa käytettävän vesimäärän. Lietelannan notkistukseen käytetyn vesimäärän on arvioitu vaihtelevan välillä 5-100 l/d (Mettälä 1992). Työkoneita pestään Mettälän (1992) mukaan enintään 2-3 kertaa kuu-kaudessa ja navettaa yleensä kerran kuussa. Kasvinsuojeluruiskutuksiin kuluva vesimäärä tilaa kohti on Mettälän (1992) mukaan keskimäärin 500 l/kerta ja koko kesäaikana n. 2000 l. Tyypillisesti paljon vettä kuluttavalla tilalla on yleensä suuri karjamäärä, putkilypsykone, sekä lietelantala, jossa lietteen notkistukseen käytetään vesijohtovettä (Mettälä 1992).

Vesihuoltosuunnittelijat ovat myös varsin yleisesti käyttäneet karkeissa arviossa vedenkulutuksena 1-2 m³/d maatilakiinteistöä kohti. Mettälän (1992) tutkimuksessa 88 kyselyyn vastanneen maatalouden keskimääräinen kulutus tilaa kohti oli 1,5 m³/d. Tällainen mitoitusperuste ei kuitenkaan mitenkään huomioi karjan määrän vaihtelua.

Mitoituksessa voitaneen karjan vedenkulutuksia arvioitaessa käyttää edellä esitettyjä vedenkulutuksia, kuitenkin paikalliset olosuhteet huomioon ottaen.

3.1.3 Vedenkulutuksen vaihtelut

3.1.3.1 Yleistä kulutusvaihteluista

Vedenkulutus ei ole tasaista, vaan sen suuruus vaihtelee mm. vuorokausittain ja tunteittain (kuvat 1 ja 2). Vuorokausikulutus vaihtelee yleensä vuodenaikojen ja viikonpäivien mukaan. Tuntikulutukset vaihtelevat riippuen mm. jakelualueen koosta, työajoista jne. Kulutuksen vaihtelu on tyypillistä kullekin jakelualueelle. Siihen vaikuttaa em. syiden lisäksi jakelualueen rakenne, esim. teollisuuden, palvelujen, loma-asutuksen ym. erityyppisten kuluttajien määrä. Muita vaikuttavia tekijöitä ovat esim. teollisuuden käyntiaika, loma-asuntojen käyttöaika, sää ym.

Vedenjakelujärjestelmää mitoitettaessa on keskimääräisten vedenkulutusten lisäksi selvitettävä kulutuksen vaihtelut vesilaitoksen ja jakelujärjestelmän toiminta-alueella sekä sen osa-alueilla. Käytettävien arvojen tulisi perustua suunnittelualueen omiin, tilastoituihin kulutusarvoihin. Vedenjakelujärjestelmiä laajennettaessa voidaan käyttää hyväksi olemassa olevan verkoston kulutustietoja. Mikäli tällaisia tietoja ei ole olemassa voidaan käyttää vertailukelpoisilta alueilta saatavissa olevaa aineistoa.

Kulutuksen vaihtelua voidaan kuvata vaihtelukertoimilla, jotka kuvaavat tietyn ajanjakson kulutuksen suhdetta keskimääräiseen kulutukseen. Vedenjakelujärjestelmiä mitoi-

tettaessa käytetään eniten vuorokausikulutuskertoimia ja tuntikulutuskertoimia. Kulutusvaihtelua kuvaavia kertoimia määritettäessä tulee ottaa huomioon kulutusalueen koko ja kuluttajarakenne, kulutuksen ajalliset vaihtelut sekä mitoituksen kannalta merkittävien vaihtelutilanteiden samanaikaisuus. Kertoimien suuruudet suunnitelmajakson lopussa tulee ennustaa, koska tällöin vedenkulutuksen oletetaan olevan suurimmillaan. (Suomen Kaupunkiliitto 1979)

Vuorokausikulutuskerroin (c_d) saadaan jakamalla tarkasteltavan vuorokauden aikana tapahtuva kulutus keskimääräisellä vuorokausikulutuksella. Keskimääräisellä vuorokausikulutuksella tarkoitetaan vuoden kokonaiskulutusta jaettuna vuoden päivien lukumäärällä. Suurin vuorokausikulutuskerroin (c_{dmax}) on vedenkulutuskohteen vuorokausikulutuskertoimen suurin arvo, joka saadaan kohteen omien vedenkulutustilastojen ja -mittausten tai kirjallisuuden perusteella. (Suomen Kaupunkiliitto 1970, 1979)

Tuntikulutuskerroin (c_h) saadaan jakamalla tarkasteltavan tunnin aikana tapahtuva kulutus saman vuorokauden aikaisella keskimääräisellä tuntikulutuksella (k.o. vuorokauden kulutus/24 h). Suurin tuntikulutuskerroin (c_{hmax}) on vedenkulutuskohteen tuntikulutuskertoimen suurin arvo, joka saadaan mittausten, tilastojen tai kirjallisuuden perusteella. (Suomen Kaupunkiliitto 1970, 1979)

Silloin kun suurinta tuntikulutuskerrointa ei voida tilastollisesti määrittää suurimman vuorokausikulutuksen aikana esiintyvistä arvoista, tulee näiden kerrointen keskinäinen riippuvuus ja samanaikaisen esiintymisen todennäköisyys pyrkiä määrittämään. Ellei suurimman vuorokausikulutuskertoimen ja suurimman tuntikulutuskertoimen keskinäistä riippuvuutta ole selvitetty, käytetään usein tunnin jaksolle tasatun huipputuntikulutuksen kertoimen, ns. huipputuntikulutuskertoimen (c_{max}), seuraavanlaista arvoa (Suomen Kaupunkiliitto 1979):

$$c_{max} = (0,8 \dots 1,0) \cdot c_{dmax} \cdot c_{hmax}$$

Eräissä lähteissä (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto 1981) lasketaan suurin tuntikulutuskerroin jakamalla suurin tuntikäyttö (Q_{hmax}) vuoden keskimääräisellä tuntikäytöllä:

$$c_{hmax} = Q_{hmax} / (Q_d / 24) = Q_{hmax} / (Q / 365 \cdot 24).$$

Edelleen huipputuntikulutukseksi saadaan näin laskien:

$$Q_{max} = c_{dmax} \cdot c_{hmax} \cdot Q / (365 \cdot 24).$$

Tässä suurimman tuntikulutuskertoimen laskentatavassa, toisin kuin Kaupunkiliiton laskentatavassa, ei kuitenkaan mitenkään tule otetuksi huomioon mahdollisuus, että suurin tuntikulutus ja suurin vuorokausikulutus sattuvat samalle vuorokaudelle. RIL:n ohjeen mukaisesti laskettuja kertoimia käyttäen huipputuntikulutukset muodostuvat siten suuremmiksi kuin Kaupunkiliiton ohjeen mukaan laskemalla.

3.1.3.2 Kirjallisuustiedot ja aiemmat ohjeet vedenkulutuksen vaihteluista

Suomen Kaupunkiliiton ohjeet vedenkulutuksen vaihtelukertoimista

Suomen Kaupunkiliitto (1979) on esittänyt käytettäväksi suurimpina vuorokausi- ja tuntikulutuskertoimina taulukoiden 11 ja 12 arvoja, ellei perusteltuja paikkakuntakohtaisia arvoja ole olemassa. Suurimman tuntikulutuskertoimen arvoja voidaan pienentää 8 %:lla, mikäli teollisuuden osuus vedenkulutuksesta on yli 20 % ja se jakautuu verraten tasaisesti vuorokauden ajalle (Suomen Kaupunkiliitto 1979).

Taulukko 11. Suurimman vuorokausikulutuskertoimen ohjearvoja (Suomen Kaupunkiliitto 1979).

Vedenkulutus (m^3/d)	$c_d \text{ max}$	Asukasluku ominaiskulutuksen mukaan laskettuna, kun ominaiskulutus on	
		200 l/as·d	300 l/as·d
200	2,00	1000	600
3000	1,55	15 000	10 000
10 000	1,45	50 000	33 000
30 000-	1,35	150 000-	100 000-

Taulukko 12. Suurimman tuntikulutuskertoimen ohjearvoja (Suomen Kaupunkiliitto 1979).

Vedenkulutus (m^3/d)	$c_h \text{ max}$	Asukasluku ominaiskulutuksen mukaan laskettuna, kun ominaiskulutus on	
		200 l/as·d	300 l/as·d
100	2,5	500	300
200	2,1	1 000	600
500	1,8	2 500	1 500
1500	1,7	7 500	5 000
5000-	1,6	25 000-	16 700-

Taulukoiden 11 ja 12 kertoimet on esitetty Suomen Kaupunkiliiton (1979) julkaisussa "Vesijohtojen ja viemäreiden suunnittelu". Kertoimet ovat peräisin Liimataisen ja Virran vuonna 1976 julkaistusta tutkimuksesta "Vedenkulutuksen vaihtelut". Tutkimus perustuu suurimmaksi osaksi 60 vesilaitoksen kanssa yhteistyössä tehtyyn kulutusvaihteluselvitykseen. Lisäksi tutkimuksessa on selvitetty kirjallisuuden avulla eri maissa käytettyjä kulutuskertoimia. Liimataisen ja Virran (1976) tutkimusta varten oli saatu tietoja tuntikulutuksista kahdelta viikon jaksolta (elo-syyskuu 1974) 27 vesilaitokselta, yhden viikon jaksolta 13 laitokselta ja tätä lyhyemmältä ajalta 5 laitokselta, eli yhteensä 45 vesilaitokselta.

Vuorokausikulutustietoja oli Liimataisen ja Virran (1976) tutkimusta varten saatu 33 vesilaitokselta heinä-, elo- ja syyskuun ajalta vuonna 1974, 24 laitokselta ajalta 1.1.1973-30.9.1975 ja näitä lyhyemmiltä ajoilta 3 laitokselta. Lisäksi oli käytetty Kaupunkiliiton ja vesihallituksen vuosina 1967, 1969 ja 1971 suorittamien kyselyjen perusteella saatuja vuorokausikulutustietoja.

Hetkellisen vedenkulutuksen määrittäminen

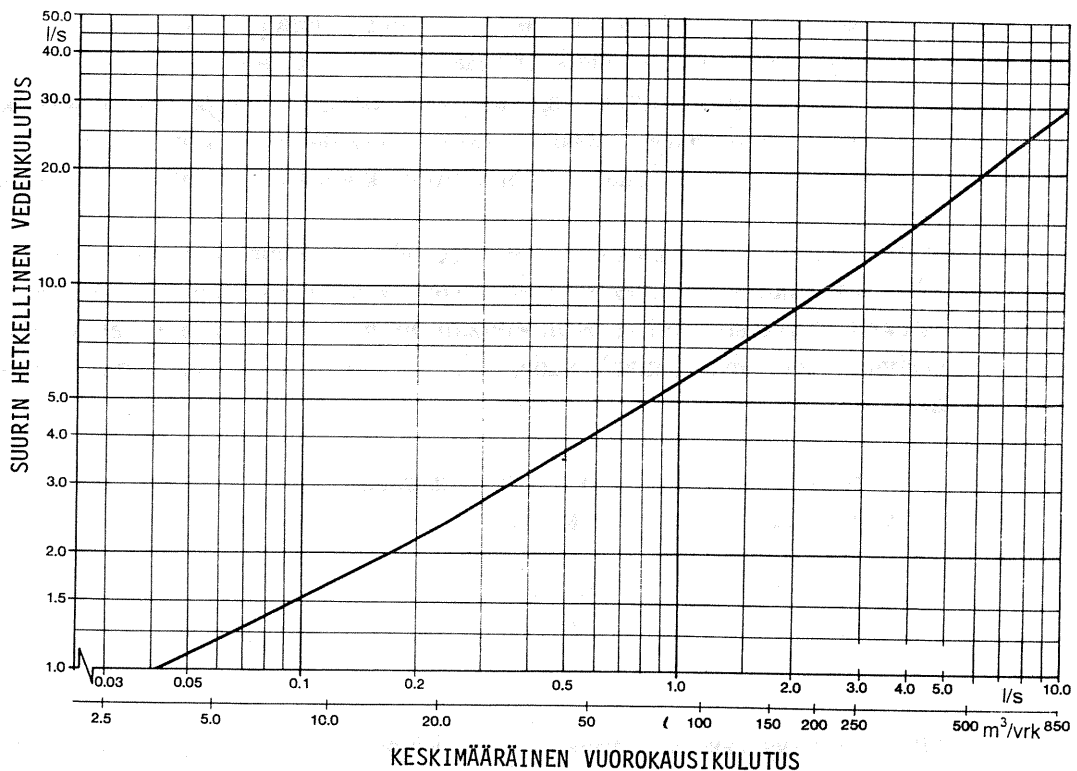
Hetkellisen vedenkulutuksen määrittämiseen käytetään Suomessa usein ruotsalaista alkupeukua olevaa nomogrammia (kuva 6). Hetkellinen huippukulutus ilmaistaan siinä vuoden keskimääräisen kulutuksen funktiona. Nomogrammi perustuu ilmeisesti käytännön kokemukseen ja hanaluvusta riippuvaan hetkellisen kulutuksen todennäköiseen esiintymiseen (Vehkaoja 1970). Vehkaoja on esittänyt nomogrammin soveltuvan keskituotoltaan alle $100 \text{ m}^3/\text{d}$ vesilaitosten hetkellisen huippukulutuksen arvioimiseen. Tätä suuremmille laitoksille Vehkaoja esittää käytettäväksi hetkellisen huippukulutuksen arvioimiseen suurimpaan tuntikulutukseen perustuvaa arviointimenetelmää.

Hetkellinen kulutus on esitetty myös määritettäväksi kiinteistön normaaliventtiilien määrän eli hanaluvun perusteella. Laskentaan on käytetty seuraavaa, asuinrakennuksen suurimman vedenkulutuksen antavaa kaavaa (Suomen Kunnallistekninen Yhdistys 1966):

$$q = q_0 + 0,3 \frac{\sqrt{N - N_0}}{2},$$

missä q = suurin hetkellinen vedenkulutus asuinrakennuksissa (l/s),
 q_0 = suurimman käyttöventtiilin antama virtaama (l/s),
 N = normaaliventtiilien (hanojen) yhteenlaskettu lukumäärä,
 $N_0 = q_0$ vastaava normaaliventtiilimäärä.

Kaava on tarkoitettu kiinteistön pohjajohdon eli kiinteistön vesimittarin jälkeisen jakojohdon mitoittamiseen. Kunnallisteknisen yhdistyksen julkaisussa (1966) on esitetty käyttöventtiilien normaaliventtiililuvut, virtaamat ja sallitut virtauspaineet. Tämän kaavan perusteella on piirretty nomogrammeja, joiden avulla vedenkulutus voidaan määrittää suoraan normaaliventtiilien lukumäärän funktiona (liite 1). Nomogrammi, jossa suurimman käyttöventtiilin antamaksi virtaamaksi on otettu $q_0 = 1$ l/s ja vastaavaksi normaaliventtiilimääräksi on otettu $N_0 = 12$ kpl, on esitetty myös Suomen Rakennusinsinöörien Liiton (1981) kirjassa "Vesihuolto". Kirjan mukaan sen avulla voidaan määrittää pienten vesilaitosten käytön huippuja kuvan 6 "ruotsalaisnomogrammin" ohella.



Kuva 6. Ruotsalaisperäinen nomogrammi hetkellisen kulutuksen määrittämiseksi.

Edellä mainitut ohjeet kiinteistöjen jakojohdojen mitoittamiseksi on uusittu vuonna 1987. Uudet ohjeet on esitetty ympäristöministeriön julkaisemassa Suomen rakentamismääräyskokoelmassa (RakMK D1) (Ympäristöministeriö 1987) ja julkaistu myös Suomen Kunnallisteknisen Yhdistyksen (1987) julkaisussa n:o 7/1987 "Rakennusten vesijohdot ja viemärit".

Uusien määräysten (Ympäristöministeriö 1987) mukaan kiinteistöjen vesilaitteisto on mitoittettava vallitsevat paineolosuhteet huomioon ottaen niin, että vesikalusteista saadaan käyttötarkoitukseen nähden riittävä virtaama ilman häiritsevää melua ja haitallisia paineiskuja ja että mitoituksessa on otettava huomioon putken sisäpintoihin mahdollisesti tapahtuvasta kerrostumisesta aiheutuva poikkipinnan pieneneminen. Määräyksissä on esitetty eri vesipisteille ns. normivirtaamat, joita suositellaan käytettäväksi kiinteistön vesilaitteiston mitoituksessa (liite 2). Eri kalusteiden normivirtaamat ovat yleensä välillä 0,1-0,4 l/s. Kiinteistön sisäistä vedenjakelujohtoa eli jakojohdtoa mitoittaessa saadaan huoneistoa, 1-perheen taloa ja vastaavaa kohden asettaa normivirtaamien summaksi 0,8 l/s kylmälle ja 0,8 l/s lämpimälle vedelle huolimatta siitä, että eri kalusteille taulukoitujen normivirtaamien summaksi tulisi suurempi arvo.

Kiinteistön jakojohdon mitoitusvirtaama voidaan RakMK D1:n mukaan laskea seuraavalla kaavalla (Ympäristöministeriö 1987):

$$q = qN_1 + \theta \cdot (Q - qN_1) + A \cdot \sqrt{q_m \cdot \theta} \cdot \sqrt{Q - qN_1},$$

missä q = todennäköinen virtaama eli mitoitusvirtaama,
 qN_1 = suurin normivirtaama mitoittavassa putkessa (l/s),
 q_m = k.o. venttiilin keskimääräinen virtaama (l/s),
 θ = todennäköisyys, että q_m on käytössä huippukulutuksen aikana,
 Q = liitettyjen vesipisteiden normivirtaamien summa (l/s),
 A = tekijä, joka ottaa huomioon, kuinka usein mitoitusvirtaama q ylitetään.

Normivirtaaman saamisvarmuuden tulee olla verrattain suuri. Sen tulisi onnistua 99,0-99,9 % varmuudella yhden vuoden aikana tapahtuvissa vedenotoissa (Suomen Kunnallistekninen yhdistys 1987). Kun otetaan huomioon epävarmuus eli se, ettei tarvittavaa vesivirtaa (normivirtaamaa) saada, A :lle käytetään seuraavia arvoja (Ympäristöministeriö 1987):

Virtaaman saannin epävarmuus	Virtaaman saannin varmuus	A
0,01	99 %	2,3
0,001	99,9 %	3,1
0,0001	99,99 %	3,7.

Mikäli esiintyy vakiovirtaamia q_{vakio} , lisätään nämä sellaisenaan kaavasta saatuun mitoitusvirtaamaan q .

Asuin-, toimisto-, koulu-, hotelli-, sairaala- ym. vastaavissa rakennuksissa lasketaan jakojohdojen mitoitusvirtaama käyttäen seuraavia arvoja edellyttäen, että WC-laitteisiin ei asenneta huuhteluventtiilejä, vaan käytetään huuhtelusäiliöitä (Ympäristöministeriö 1987):

$$\begin{aligned}
 qN_1 &= 0,2 \text{ l/s (ei kylpyammetta),} \\
 qN_2 &= 0,3 \text{ l/s (kylpyamme),} \\
 qN_3 &= 0,4 \text{ l/s (yksittäiset vesipisteet),} \\
 q_m &= 0,2 \text{ l/s,} \\
 \theta &= 0,015, \\
 A &= 3,1.
 \end{aligned}$$

Em. arvoilla saa kiinteistön jakojohdojen mitoitusvirtaamakaava seuraavan muodon (RakMK D1, Ympäristöministeriö 1987):

$$q = qN_1 + 0,015 \cdot (Q - qN_1) + 0,17 \cdot \sqrt{Q - qN_1}.$$

Eri arvoilla laskettuja mitoitusvirtamia on esitetty nomogrammina ja taulukoituna RakMK D1:ssä (liite 2).

3.1.3.3 Tutkimustuloksia haja-asutuksen vedenkulutuksen vaihteluista

Niemisen tutkimus

Niemisen (1993) tutkimuksessa selvitettiin myös vedenkulutuksen vaihtelua viidessä eri kohteessa, joista neljä oli haja-asutusalueella ja yksi pienehkö taajama. Mittausajat ja tärkeimmät tulokset kulutuksista ja niiden vaihteluista on esitetty taulukossa 13.

Taulukko 13. Niemisen (1993) tutkimuksen tutkimuskohteet ja -ajat sekä vedenkulutukset ja mittaustulosten perusteella lasketut kulutuksen vaihtelukertoimet.

Tutkimus- kohde	Tutkimus- aika	Asukkaita	Q_d (m ³ /d)	Q_d (m ³ /d), asukkaat	c_d	c_h
Martonvaara (haja-asutusalue)	15.5.-25.6.1992	303	83,8	31,5	1,72	4,24
Martonvaara	12.1.-10.2.1993				1,00	3,09
Tohmajärvi (haja-asutusalue)	5.6.-23.7.1992	217	62,8	22,1	1,65	3,56
Tohmajärvi	12.1.-9.2.1993				1,11	2,41
Mäntylä (haja-asutusalue)	16.2.-7.5.1993	114 + 25 (loma-as.)	20,4	11,1	1,22	3,50
Keihärinkoski- Valkeisjärvi (haja-asutusalue)	29.3.- 7.5.1993	367	86,1(*)	76,8(*)	1,17	2,35
Lehmo (taajama)	7.7.-29.7.1992	735	98,9	76,6 (ilman hotellia)	1,17 (**)	2,35 (**)

(*) Vedenjakelussa oli häiriöitä mittausten aikana, joten saadut vedenkulutukset ovat todellisia suurempia. Vedenkulutukset on laskettu mittausajan keskikulutuksen perusteella.

(**) Eivät edusta suurimpia kulutuslukuja, koska mittaukset olivat loma-aikana ja mittausaika oli sateinen.

Tässä tutkimuksessa tuntikulutuskertoimet on laskettu teoksen "Vesihuolto, RIL 124" (Suomen Rakennusinsinöörien liitto 1981) mukaisesti, eli vertaamalla suurinta mitattua tuntikulutusta vuoden keskimääräiseen tuntikulutukseen. Saatuja tuloksia on myös verrattu RIL 124:ssä esitettyihin kertoimiin, jotka ovat peräisin Suomen Kaupunkiliiton (1970) vanhemmista mitoitusohjeista "Vedenjakelujärjestelmän yleiset mitoitusohjeet". Näissä ohjeissa on esitetty alle 10000 asukkaan laitoksille käytettäväksi suurimman vuorokausikertoimen arvoina 1,8-1,5 ja suurimman tuntikulutuskertoimen arvona 2,4-2,0 (10-8,3 % vuorokausikulutuksesta).

Tutkimuksen mukaan vuorokausikulutuskertoimet noudattavat näitä suosituksia varsin hyvin ollen k.o. tutkimuksessa 1,17-1,72 vesilaitoksen koosta ja asutuksen rakenteesta riippuen. Pienien kertoimien ollessa kyseessä ei todennäköisesti ole mukana suurimpia vuorokausikulutuksia. Tuntikulutuskertoimet vaihtelivat tutkimuksessa välillä 2,35-4,24. Nämä ovat selvästi suurempia kuin vanhemmassa Kaupunkiliiton tai RIL 124:n käyttösuosituksissa on esitetty. (Nieminen 1993)

Verrattaessa Niemisen (1993) tuloksia Suomen Kaupunkiliiton (1979) nykyään käytössä oleviin uudempiin kerroinsuosituksiin, ovat myös Niemisen tutkimuksen tuloksena saadut vuorokausikulutuskertoimet pienempiä kuin suosituksessa annetut.

Niemisen tutkimuksessa vertailukelpoisia, todennäköisen huippukulutusajan kertoimia ovat Martonvaarassa ja Tohmajärvellä kesäaikaan tehtyjen mittausten perusteella lasketut kertoimet. Mikäli Niemisen työssä lasketaan todennäköisen huippukulutusajan eli kesäajan tuntikulutuskertoimet jakamalla suurin mitattu tuntikulutus suurimman mitatun vuorokausikulutuksen keskimääräisellä tuntikulutuksella, saadaan kertoimiksi ch_{max} Martonvaarassa 2,47 ja Tohmajärvellä 2,16.

Niemisen (1993) työssä oli verrattu mitattuja suurimpia tuntikulutuksia (l/s) saatujen kertoimien avulla laskettuihin huipputuntikulutuksiin (l/s) ja ns. ruotsalaisnomogrammin (kuva 4) avulla saataviin hetkellisiin kulutuksiin. Niemisen (1993) mukaan pienissä vesilaitoksissa suurimpien hetkellisten kulutushuippujen laskeminen vuosikäytön ja käyttökertoimien avulla on epätarkkaa ja suurimman todennäköisesti esiintyvän tuntikulutuksen kaava antaa liian suuria tuntikulutusarvoja. Nomogrammi, josta saadaan suurin hetkellinen kulutus veden keskikulutuksen perusteella, näyttää Niemisen mukaan antavan oikeita huippukulutuksia, jos vuotuisesta keskikulutuksesta on olemassa luotettavia tietoja.

Niemisen (1993) tutkimuksessa piirturilla saadut hetkelliset huiput olivat suurempia kuin ns. ruotsalaisnomogrammista saatu hetkellinen huippukulutus. Nomogrammista saatu hetkellinen huippukulutus vastasi loggerimittauksilla saatua, 10 minuutin jaksolle tasattua suurinta hetkellistä kulutusta. Kertoimilla laskettu huipputuntikulutus oli siis Martonvaaran tapauksessa suurempi kuin mitattu suurin tuntikulutus ja nomogrammista saatu suurin hetkellinen kulutus, mutta pienempi kuin piirturilla saatu suurin hetkellinen kulutus. Tohmajärven tapauksessa kertoimilla laskettu huipputuntikulutus oli suurempi kuin suurin mitattu tuntikulutus, mutta likimain samansuuruinen ruotsalaisnomogrammista saatavan suurimman hetkellisen kulutuksen kanssa.

Niemisen (1993) tulokset viittaavat siihen suuntaan, että ns. ruotsalaisnomogrammi (kuva 6) antaa hetkellisen huipun (10 minuutin ajalle tasattu huippu) ja kertoimilla laskettavan huipputuntikulutuksen välille sijoittuvia arvoja. Piirturin osoittamat hetkelliset

huiput voivat olla vielä tätäkin suurempia. Huipun suuruus riippuu ajasta, jolta se on mitattu.

Niemisen tutkimat vesiosuuskunnat olivat varsin nuoria ja niissä esiintyi tutkimuksen mukaan vielä varsin runsasta omien kaivojen käyttöä. Tämä on saattanut osaltaan myös vaikuttaa kerrointen suuruuteen.

Mettälän tutkimus

Mettälän (1992) tutkimukset tehtiin Nivalassa vuonna 1991. Mittaukset tapahtuivat talvella, jolloin ei todennäköisesti saatu esille suurimpia mahdollisia vuorokausikuluksia. Saadut vuorokausikulutuskertoimet (taulukko 14) olivatkin pienempiä kuin kirjallisuudessa vastaavan kokoisille alueille esitetyt. Saadut suurimmat tuntikulutuskertoimet olivat sensijaan suurempia kuin kirjallisuudessa esitetyt ohjearvot.

Taulukko 14. Mettälän (1992) mittaustulokset vedenkulutuksista ja niiden vaihteluista Pääkönpään ja Karvoskylän haja-asutusalueilla Nivalassa 21.10-31.12.1991.

Tutkimuskohde	Asukkaita	Q_d (m ³ /d)	c_d	c_h
Pääkönpää	1850	234	1,26	2,66
Karvoskylä	1900	421 ¹⁾	1,36	2,04

¹⁾Vedenkulutukseen sisältyy Karvoskylän asukkaiden kulutusten lisäksi n. 100 talouden kylän kulutus, jota ei voitu erottaa Karvoskylän kulutuksesta. Tämän kulutuksen suuruus on n. 80-90 m³/d.

Muut tutkimukset vedenkulutuksen vaihteluista

Saksan Liittotasavallassa on tutkittu vuonna 1985 vedenkulutuksen vaihtelua 53 eri vesilaitoksella (Döring 1986). Näiden asukasmäärät vaihtelivat välillä 223-16367. Näistä alle 500 asukkaan laitoksia oli yksi ja alle 1000 asukkaan laitoksia 9.

Mainituissa alle 500 asukkaan laitoksessa mitattiin suurimmaksi vuorokausikulutuskertoimeksi 1,33 ja suurimmaksi tuntikulutuskertoimeksi 2,98. Vesilaitoksilla, joihin oli liittynyt 500-1000 asukasta, olivat suurimmat vuorokausikertoimet välillä 1,09-2,29 ja suurimmat tuntikulutuskertoimet välillä 2,29-6,28. Vastaavat keskiarvot olivat suurimmalle vuorokausikulutuskertoimelle 1,40 ja suurimmalle tuntikulutuskertoimelle 3,12. Tutkimuksessa oli määritetty myös suurimman hetkellisen kulutuksen kertoimet. Alle 500 asukkaan laitokselle tämä oli 13,83 ja 500-1000 asukkaan laitoksilla ne olivat välillä 4,17-19,60 keskiarvon ollessa 8,07.

Kaikissa tutkituissa 53 laitoksessa suurimmat vuorokausikulutuskertoimet olivat välillä 1,04-2,29, suurimmat tuntikulutuskertoimet välillä 1,70-7,29 ja suurimmat hetkellisen kulutuksen kertoimet välillä 2,41-13,83. Tutkimuksessa (Döring 1986) on yleistuloksena suositeltu alle 5000 asukkaan laitoksille jonkin verran yli arvon 2 menevää vuorokausikulutuskertoimen arvoa ja yli 5000 asukkaan laitoksille jonkin verran alle arvon 2 olevaa kerrointa. Vastaavasti alle 5000 asukkaan laitoksille suositellaan suurimman tuntikulutuskertoimen arvoa, joka on yli 6 ja yli 5000 asukkaan laitoksille kertoimen arvoa, joka on alle 6.

Ruotsalaisessa Nikellin (1994) tutkimuksessa oli selvitetty vuorokauden eri tuntien kulutusten suhdetta viikon, arkipäivien ja viikonlopun keskimääräisiin kulutuksiin. Tutkitut alueet olivat yli 1400 asukkaan alueita, eli tähän selvitykseen nähden liian suuria. Tutkimuksessa havaittiin viikonloppuna suurimpien tuntikulutusten siirtyvän myöhäisemmäksi ja olevan myös jonkin verran suurempia kuin arkipäivisin. Vedenkulutuksen vaihteluita ei ollut analysoitu tilastollisesti pidemmälle, koska aineisto oli rajoitettu.

3.1.3.4 Kyselyillä ja haastattelemalla saadut tiedot

Vesilaitosten tiedot

Tehtyyn vesilaitoskyselyyn vastanneilta alle tuhannen asukkaan vesilaitoksilta tiedusteltiin myös mahdollisia kulutusvaihtelutietoja. Pienillä vesilaitoksilla on kuitenkin erittäin harvoin kulutuksen vuorokausi- tai tarkempaa seuranta. Pienillä laitoksilla ei yleensä ole automaattiseen seurantaan tarvittavaa laitteistoa. Vedenottamon vesimittariakin luetaan useinkin vain silloin kun laitoksella käydään jostakin muusta syystä. Silloinkin kun mittaria luetaan, luku tapahtuu usein vain arkipäivisin ja epäsäännöllisin kellonajoin, jolloin tarkkojen kertoimien määrittäminen ei näiden tietojen perusteella onnistu. Kulutusvaihtelutietoja saatiin vain neljältä korkeintaan 500 asukkaan laitokselta ja yhdeltä 500-1000 asukkaan laitokselta. Näistä tiedoista sellaisia, joiden perusteella pystyttiin määrittämään kertoimia olivat vain yhden, 500-550 asukkaan laitoksen lähettämät tiedot. Tämän laitoksen ottamolle oli asennettu kaukovalvontalaitteisto.

Kulutusvaihtelutietoja pyrittiin myös hankkimaan sellaisilta suuremmilta vesilaitoksilta, joiden jakelualueeseen kuuluisi sopivan pieni osa-alue ja joilla on kaukovalvonta ja kulutusvaihtelujen automaattinen mittaus. Käyttökelpoisia, joskin osittaisia, tietoja tällaisista kohteista onnistuttiin saamaan yhdeltä 500-1000 asukkaan alueelta.

Mainituilta kahdelta laitokselta saatiin tietoja tunti- ja vuorokausikulutuksista touko-syyskuun ajalta. Näistä toiselta, n. 500 asukkaan laitokselta saatiin myös tiedot vuoden kokonaiskulutuksesta. Toiselta, suuremman laitoksen alle 1000 asukkaan osa-alueelta, ei saatu kokonaisen vuoden mittaustuloksia, joten touko-lokakuun kulutuksia jouduttiin vertaamaan tämän jakson keskikulutuksiin. Tällöin suurin vuorokausikulutuskerroin jäänee todellista pienemmäksi. Tuntikulutuksista saatiin tietoja suurimman vedenkulutuksen päiviltä. Pienemmällä n. 500 asukkaan laitoksella suurimmaksi vuorokausikulutuskertoimeksi saatiin 1,7 ja suurimmaksi tuntikulutuskertoimeksi 3,3. Yli 500 asukkaan osa-alueelta suurimmaksi tuntikulutuskertoimeksi saatiin 2,1 ja suurimmaksi vuorokausikulutuskertoimeksi 1,1 (laskettu touko-lokakuun keskikulutuksen perusteella).

Suunnittelijoilta saadut tiedot

Suunnittelijat käyttävät vaihtelukertoimina varsin yleisesti Kaupunkiliiton julkaisussa B63 (tai myös kirjassa RIL 124, Vesihuolto) annettuja kertoimia (taulukot 11 ja 12), kuitenkin mahdollisuuksien mukaan pyrkien soveltamaan niitä suunnittelukohteesta saatavissa olevien kulutustietojen perusteella. Ensisijaisina pidetään kuitenkin mitoituskohteista saatavissa olevia tietoja. Myös vastaavanlaisten vertailualueiden tietoja voidaan käyttää vaihteluiden arvioinnissa. Hetkellisen huippuvirtaaman arviointiin käytetään varsin yleisesti ns. ruotsalaista nomogrammia (kuva 6). Taulukkoon 15 on koottu yhteen eri suunnittelijoiden erikseen mainitsemia kertoimia.

Taulukko 15. Suunnittelijoiden erikseen mainitsemia, alle 2000 asukkaan kohteissa käyttämiään vaihtelukertoimien arvoja.

$c_d \text{ max}$	$c_h \text{ max}$
1,25	2,15
2,5 - 1,6	3,0 - 1,7
2,0 - 1,9	2,5 - 1,9

Kun suunnittelijoita erikseen pyydettiin määrittelemään käytettyjä kertoimia eri kokoluokkien laitoksille (alle 500 asukasta jne.), neljältä suunnittelijalta saatiin tarkemmin jaoteltuja kerrointietoja. Nämä on esitetty taulukossa 16.

Aivan pienissä, muutaman talouden verkostoissa vesihuoltosuunnittelijat mainitsivat käytettävän myös Kaikon vesikirjassa (Insinööritoimisto Kaiko Oy 1988) esitettyjä, hanojen tai liittyjien määrään perustuvia ruotsalaisperäisiä kaavoja:

$$q_{\max} = 0,3 \frac{\sqrt{n}}{2},$$

missä q_{\max} = maksimikulutus l/s,
 n = normaalihanojen lukumäärä.

Kun vedenkulutusta arvioitaessa kohteen henkilölukumäärä ei ylitä 100 henkilöä, käytetään kaavaa (Insinööritoimisto Kaiko 1988):

$$q_{\max} = \frac{0,3}{2} \sqrt{2p},$$

missä q_{\max} = maksimikulutus l/s,
 p = liittymän henkilömäärä.

Edellä olevat kaavat vastaavat likimain aiemmin esitettyjä Suomen Kunnallisteknisen Yhdistyksen (1966) käyttämiä kaavoja asuinrakennuksen suurimman vedenkulutuksen laskemisesta.

Taulukko 16. Suunnittelijoiden arvioita eri kokoisille laitoksille käytetyistä vaihtelukertoimien arvoista.

Laitoskoko (asukasta)	$c_d \text{ max}$	$c_h \text{ max}$
alle 500	1,25 - 3,0	1,7 - 3,0
500 - 1000	1,35 - 2,5	1,8 - 2,5
1000-2000	1,25 - 2,0	1,7 - 2,15

Pienten laitosten vesihuoltosuunnitelmat

Pienten laitosten suunnitelmat, etenkin kuntien ja vesihuoltolaitosten omana työnä tehdyt, ovat usein hyvin pelkistettyjä; sitä pelkistetympiä, mitä pienemmästä laitoksesta on kyse. Usein niissä ei ole mainittu kovin tarkasti mitoituksen perusteita etenkin vedenkulutuksen vaihtelun osalta.

Suurimpien vuorokausikulutusten määrittäminen perustuu vesilaitostietoihin, vertailulaitosten tietoihin tai yleisiin esim. Kaupunkiliiton ohjeisiin. Samoin lienee laita huipputunnin kulutuksen määrittämisen osalta. Joissakin tapauksissa sen on arvioitu olevan n. 8-10 % suurimmasta vuorokausikulutuksesta. Hetkellisen kulutuksen arviointiin käytettäneen usein edellä esitettyä ruotsalaisnomogrammia (kuva 6). Toisinaan suurimmaksi hetkelliseksi kulutukseksi on arvioitu 10 % suurimmasta vuorokausikulutuksesta.

3.1.3.5 Suositukset vedenkulutuksen vaihteluiden arvioimisesta

Kertoimilla lasketun huipputunnin suuruus suurimpaan mitattuun tuntikulutukseen nähden riippuu kerrointen määrittelytavasta. Kun kertoimet lasketaan Kaupunkiliiton ohjeen mukaisesti, saadaan lähes samansuuruisia kulutuksia kuin mittaamalla. Mitoittaminen nomogrammin antamien tulosten pohjalta vastannee käytännössä mitoittamista hetkellisen kulutuksen - huipputuntikulutuksen välillä olevien arvojen pohjalta. Hetkellisen kulutuksen aikavälin pituutta ei ole määritetty. Mitä pitempää aikaväliä käytetään, sitä enemmän huippu tasaantuu.

Aiemmissa Suomen Kaupunkiliiton ohjeissa (1979) on annettu suurimmat vuorokausikulutuskertoimet laitoksille, joiden asukasmäärä on yli 1000 ja suurimmat tuntikulutuskertoimet laitoksille, joiden asukasmäärä on yli 500. Koska uusia kulutusvaihtelutietoja on niukasti, sovelletaan siinä annettuja kertoimia kyseisten kokoluokkien laitoksille.

Kulutusten vaihtelu riippuu suuresti paikallisista olosuhteista. Parhaiten vaihteluita voidaan arvioida tarkastelemalla kunkin kulutusalueen omia, aiempia kulutustietoja. Niiden puuttuessa voidaan tarkastella myös vastaavanlaisten alueiden kulutuksen vaihtelutietoja.

Pieniä laitoksia koskevia kulutuksen vaihtelutietoja on olemassa niukasti. Niinpä kovin tarkkoja mittauksiin perustuvia kulutusvaihtelukertoimia ei voida tässä määrittää. Tulevaisuudessa, kun tarvittavat mittalaitteet ja automatiikka yleistyvät, tullaan saamaan enemmän käyttökelpoista tietoa myös pieniltä laitoksilta sekä suurempien laitosten osalta. Tällöin kulutusvaihtelutietoja ja -kertoimia voidaan tarkentaa.

Tässä esitetyt kertoimet perustuvat edellä esitettyjen tietojen pohjalta tehtyihin arvioihin. Koska lähtöaineisto on pienekkö, on kerrointen soveltuvuus harkittava kussakin tapauksessa erikseen. Mikäli tarkempia tietoja kulutuksen vaihteluista ei ole olemassa, voidaan kulutusvaihtelujen arvioinnissa käyttää soveltaen apuna taulukon 17 arvoja.

Pienillä kulutusalueilla kulutusvaihtelut ovat suurempia kuin suurilla. Huipputuntikulutusta laskettaessa kerrointen tulo kerrotaan luvulla 1,0-0,8.

Hetkellisen kulutuksen määrittämiseen voitaneen käytännössä soveltaa kuvan 6 nomogrammia etenkin pienille laitoksille. Hetkellistä kulutusta voidaan arvioida myös kiin-

teistön jakojohdon mitoittamiseen tarkoitettujen, normivirtaamiin ja normaalihanoihin perustuvien kaavojen avulla.

Taulukko 17. Eri kokoisille laitoksille edellä esitettyjen tietojen perusteella arvioituja, suuntaa-antavia kulutusvaihtelukertoimia.

Laitoskoko (asukasta)	C_d max	C_h max
alle 500	2,5 - 1,7	3,3 - 2,5
500 - 1000	2,0 - 1,5	2,5 - 2,1

3.2 Lomakeskusten ja loma-asutuksen vesihuolto

3.2.1 Lomakeskusten ja loma-asutuksen vesihuollon erityispiirteet

Lomakeskusten ja -asutuksen vesihuollon mitoittaminen poikkeaa tavanomaisen asutuksen tilanteesta loma-asuntojen käytön ja vedenkulutuksen kausivaihtelujen takia. Vedenkulutus kasvaa loma- ja sesonkiaikoina moninkertaiseksi pääosan vuodesta valitsevaan kulutukseen verrattuna.

Loma-asutus voidaan jakaa kahteen pääryhmään. Toinen muodostuu lähinnä vesistöjen rannoille sijoittuneista kesämökeistä, joita käytetään pääosin kesälomakuukausien aikana. Toinen pääryhmä koostuu laskettelukeskuksiin rakennetuista mökeistä, lomaosakeista ym., joita käytetään etupäässä talven laskettelukauden aikana. Laskettelukeskuksissa on lisäksi erityyppisiä hotelleja, ravintoloita, asuntovaunualueita huoltorakennuksineen ym. Lomakeskusten mökit ovat usein vuokramökkejä, kun taas ranta-alueiden mökit ovat useimmiten yksityisomistuksessa.

Ranta-alueiden kesämökkien vedenkulutuksesta ei ole juuri olemassa tutkimuksia. Hiihtokeskusten vedenkulutusta on tutkittu enemmän, lähinnä Ruotsissa, Norjassa ja Suomessa. Ojanperän (1993) tutkimuksessa on Suomessa tehtyjen mittausten lisäksi käytetty lähteenä ulkomaisia asiaa koskevia tutkimuksia. Tässä esitetyt tiedot lomakeskusten vedenkulutuksesta perustuvat näihin tutkimuksiin.

3.2.2 Talvilomakeskukset

3.2.2.1 Lomakeskusten vedenkulutukset

Talvilomakeskusten vedenjakelujärjestelmä on mitoittettava sesongin vedenkäytön perusteella, vaikka niiden vedenkulutus onkin sesonkiaikojen ulkopuolella huomattavasti pienempi. Koko hiihtokeskuksen vedenkulutus voi olla suurimpana sesonkiaikana jopa viisinkertainen vuoden kesikulutukseen verrattuna. Yksittäisten kuluttajaryhmien osalta vaihtelu voi olla vielä tätäkin suurempaa. Suurimmat vedenkulutukset esiintyvät yleisimmin hiihtoloman ja pääsiäisen aikaan usein varsin lyhyillä jaksoilla. Myös syksyllä ruska-aikaan esiintyy pienehkö kulutushuippu, mutta se ei kuitenkaan ole mitoituksen kannalta merkittävä. Suurin ongelma lomakeskusten vesihuollon mitoittamisessa on kuluttajamäärien arvioiminen.

Lomakeskusten vedenkulutus vaihtelee niiden koosta ja ominaispiirteistä riippuen. Kulutukseen vaikuttaa lomakeskuksen ja sen vuodepaikkojen käyttöaste sekä eri tyyppisten kuluttajien esiintymismäärät. Suurissa lomakohteissa vuodepaikkojen käyttöaste on korkea pitemmän aikaa kuin pienissä keskuksissa, joissa se voi rajoittua hyvin lyhyelle jaksolle pääsiäisen tai hiihtoloman aikaan ja pudota sitten merkittävästi. Vedenkulutukseen vaikuttaa suuresti myös alueella olevien palvelujen määrä ja niiden käyttöaste sekä päiväkävijöiden määrä. Ravintoloiden, kuntosalien yms. sekä muualla yöpyvien laskettelijoiden ja hiihtäjien sekä matkailuvaunupaikkojen suuri määrä lisää vedenkulutusta.

Hiihtokeskusten kokonaisvedenkulutus vaihtelee erityyppisten kuluttajien määrästä riippuen. Mitoitus tulisikin tehdä erityyppisten kuluttajien, kuten mökki- ja hotelliasukkaiden, ravintola-asiakkaiden ja matkailuvaunuasukkaiden määriin ja yksikkökulutukseen perustuen, eikä alueen kokonaisvuodepaikkamäärän perusteella. Ainakin suurimpien vedenkäyttäjryhmien kulutus tulisi arvioida erikseen.

Vesihuollon mitoituksessa on suurin kuluttajaryhmä määräävänä tekijänä. Lomakeskuksissa se on tavallisesti mökkiasutus, koska mökkejä on yleensä paljon hotelli- ja ravintolapaikkojen määrään verrattuna. Taulukossa 18 on esitetty hiihtolomakeskusten tyyppillisten vedenkuluttajien arvioituja sesonkiaikojen keskkulutuksia. Näitä voidaan käyttää apuna vedenkulutuksia arvioitaessa, mikäli paikallisia tietoja ei ole saatavilla.

Yksikkökulutuksille taulukossa 18 määritetyt keskimääräisarvot kuvaavat sesonkiaikojen tyyppillistä tilannetta ja huippuarvot suurinta yksikkökulutuksen arvoa, joka todennäköisesti ei ylitä. Määritetyt yksikkökulutukset perustuvat pääosin Suomessa tehtyihin tutkimuksiin (Ojanperä 1993), joissa on omien mittauksen lisäksi käytetty hyväksi myös useista ulkomaisista tutkimuksista ja lähteistä koottuja tietoja (mm. Marell och Carlsson 1977, Gustaver 1980, Humberst 1981, Øren og Ofte 1983 ja Haraldsen 1986). Kulutukset perustuvat Ojanperän tutkimuksen suurimman sesongin kulutuksiin, jotka on määritetty pääsiäisen 3-5 huippuvuorokauden ja hiihtoloma-ajan vilkkaimpien 8-15 vuorokauden ajalta. Ulkomaisissa tutkimuksissa mittausajat vaihtelivat 5-20 vuorokauden välillä.

Ojanperän (1993) Rukalla tekemissä tutkimuksissa kulutukset ja vaihtelukertoimet on määritelty jaksoilta, jolloin mökkien vuodepaikkojen käyttöaste oli vähintään 60 % ja mökkien käyttöaste 88-93 %. Tutkitun mökkialueen mökeissä oli keskimäärin kuusi vuodepaikkaa mökkiä kohti. Hotellien yksikkökulutukset on määritelty jaksoilta, jolloin vuodepaikkojen käyttöaste oli vähintään 90 %.

Suurilla mökkialueilla ja huoneistohotelleissa asuvien vedenkulutukset ovat varsin lähellä tavallisen omakotiasukkaan vedenkulutusta, kun lähellä on runsaasti hotelli-, ravintola- ym. palveluita (taulukko 18). Pelkän hotelliasukkaan kulutus lieenee samaa suuruusluokkaa. Yksikkökulutukset kasvavat pienillä mökkialueilla, joiden lähellä ei ole palveluja, mm. koska tällöin mökeissä vietetyn ajan osuus kasvaa.

Matkailuvaunuasukkaan vedenkulutus on melko vähäistä (taulukko 18). Kun vaunuasukkaiden vedenkulutukseen lisätään saunomisesta aiheutuva vedenkulutus, lähenee kulutus mökkiasukkaan kulutusta. Vaunua kohti lasketut vedenkulutukset vaihtelevat suuresti riippuen siitä, kuinka suuri osuus vaunuasukkaista käyttää saunaa. Hiihtokeskuksissa, joissa vaunupaikkoja on paljon muiden vuodepaikkojen tai palveluiden määrään verrattuna, voi matkailuvaunuasukkaiden osuus kokonaisvedenkulutuksesta olla huomattava. Myös paikallisesti niiden osuus voi olla merkittävä.

Taulukko 18. Lomakeskusten arvioituja, eri kulutuskohteiden tyypillisiä ja suurimpia, huippusesongin aikana mahdollisesti esiintyviä yksikkökulutuksia Ojanperän (1993) tutkimuksen mukaan. Huippusesongilla tarkoitetaan pääsiäisen ja hiihtoloman vilkkaimpia aikoja, jolloin käyttäjämäärät ovat suurimmillaan.

Kulutuskohde	Vilkkaimman sesonkiajan yksikkökulutus	
	Keskimäärin	Huippuarvo
Mökkialueet (l/as·d)		
-suuret alueet, paljon palveluja ympärillä	110 - 120	135
-pienet alueet, vähän palveluja ympärillä	150 - 200	230
Huoneistohotellit, lomaosakkeet (l/as·d)		
palveluja ympärillä	100 - 110	115
Matkailuvaunualueet		
-suihkut ym. (l/as·d)	30 - 35	45
-saunat ym. (l/as·d)	45 - 85	95
-suihkut ym. (l/asuttu vaunu·d)	100 - 115	145
-saunat ym. (l/asuttu vaunu·d)	155 - 295	320
-ei suihkuja (l/asuttu vaunu·d)	20 - 25	50
Hotellit (l/as·d)		
-kokonaiskulutus;		
·ravintolan käyttö		
runsasta	350 - 515	700
vähäisempää	300 - 440	480
·ei uima-allasta	175 - 440	480
-pelkkä hotelliasukas	110 - 165	175
Ravintolat, kahvilat		
-ateriaa kohti keittiötyypistä riippuen (l/annos)	10 - 30	40
-asiakkaita istumapaikkaa kohti vuorokaudessa	3 - 4	
-asiakasta kohti (l/as·d)		
·paljon ei-aterioivia; rinneravintolat	13 - 20	30
·suurin osa ruokailee	20 - 40	45
-istumapaikkaa kohti (l/istumapaikka·d)		
·paljon ei-aterioivia; rinneravintolat	55 - 90	120
·suurin osa ruokailee	90 - 125	180

Hotellien kokonaisvedenkulutus asukasta kohti laskettuna on suuri, ja yksittäisinä kulutuskohteina ne ovatkin huomattavia (taulukko 18). Hotellien vedenkulutus vaihtelee runsaasti riippuen hotellin tarjoamista palveluista, kuten saunoista, uima-altaista ja ennenkaikkea ravintolatoiminnasta. Niinpä hotelleille ei voikaan määritellä kovin tarkkoja yksikkökulutuksia hotellin kokonaiskulutusten perusteella. Ravintola-asiakkaiden ja muiden ulkopuolisten käyttäjien määrän vaihtelu aiheuttaa huomattavia eroja hotellien kulutuksiin.

Myös rinneravintoloiden kulutus voi paikallisesti olla merkittävää. Ravintoloiden kulutukset vaihtelevat niiden tyypistä riippuen. Rinneravintoloiden pääasiallinen käyttäjä-

kunta ovat laskettelijat, ja asiakkaiden vaihtuvuus on niissä yleensä suuri. Taulukossa 18 mainittu alempi yksikkökulutus muodostuu suuren osan kävijöistä ollessa kahvila-asiakkaita ja wc:n käyttäjiä. Suuremmissa arvioissa on enemmän aterioinnista aiheutuvaa kulutusta. Ravintolat, joissa suurin osa asiakkaista ruokailee, vastaavat tavanomaisia ravintoloita. Ateriaa kohti laskettu kulutus riippuu keittiön toimintatyypistä (lähes valmiiden aterioiden kuumennus - valmistus raaka-aineista lähtien), keittiössä käytettyjen raaka-aineiden esikäsittelyasteesta, astianpesutavasta ja astianpesukoneiden tyypistä. Ravintoloiden yksikkökulutusarvot taulukossa 18 perustuvat useisiin arvioihin, joten niitä on pidettävä lähinnä suuntaa-antavina arvioina.

Koska majoituskohteet muodostavat suurimman osan vedenkulutuksesta, voidaan koko loma-alueen vedentarpeen suuruusluokkaa yleisemmin arvioida loma-asukasta tai vuodepaikkaa kohti laskettujen kulutusten perusteella. Kun kokonaiskulutus arvioidaan asukasta kohti, saadaan yleensä parempi tulos kuin vuodepaikkaa kohti laskemalla, koska tällöin tulee otetuksi huomioon vuodepaikkojen käyttöaste. Parhaimpaan tulokseen tietysti päästään, jos yksikkökulutukset voidaan laskea suunnittelukohteen omia sesonkiajan kulutuksia ja asukasmäärätietoja käyttäen.

Osa hiihtokeskusten vuodepaikoista on tyhjinä, vaikka kaikki lomamökit tai hotellihuoneet olisivatkin varattuja. Ojanperän (1993) tutkimuksessa arvioitiin Rukan alueen kesikukulutukseksi sesonkiaikana 165-195 l/as·d. Vuodepaikkojen käyttöasteeksi arvioitiin tällöin n. 70 %. Vuodepaikkaa kohti laskettuna keskimääräinen kokonaiskulutus hiihtoloman ja pääsiäisen huippupäivinä oli Rukalla 114-136 l/vuodepaikka·d maksimikulutuksen ollessa 148 l/vuodepaikka·d.

Hiihtokeskuksen kokonaisvedenkulutus asukasta tai vuodepaikkaa kohti laskettuna vaihtelee lomakeskuksen koosta riippuen. Ojanperän (1993) tutkimuksen mukaan suurimmissa hiihtokeskuksissa sesonkiajan kesikukulutus lienee 60-140 l/vuodepaikka·d ja pienissä 160-300 l/vuodepaikka·d. Pienissä hiihtokeskuksissa ovat kulutusvaihtelut suurempia kuin suurissa. Huippusesongin aikana voitaneen kesikukulutusten arvioida olevan suurissa lomakeskuksissa enimmillään n. 120-150 l/vuodepaikka·d ja n. 170-200 l/as·d, ja pienissä keskuksissa n. 150-200 l/vuodepaikka·d. Kaikkein pienimmissä keskuksissa se voi olla jopa 300 l/vuodepaikka, etenkin, jos vuodepaikkalukuun mukaan laskemattomien matkailuvaunupaikkojen osuus on suuri. Näitä arvioita on kuitenkin pidettävä lähinnä suuntaa-antavina, koska vedenkulutukset vaihtelevat suuresti lomakeskusten kuluttajakunnan muodostumisesta riippuen. Hiihtokeskuksen kokonaisvedenkulutuksesta vuodepaikkaa tai asukasta kohti laskettuihin arvoihin vaikuttaa myös suuresti vuodepaikkamäärän laskentatapa ja -tarkkuus. Lisäksi mm. matkailuvaunupaikkojen huomioon ottaminen huomioon vuodepaikkalukua laskettaessa ja niiden määrä muihin vuodepaikkoihin verrattuna vaikuttaa olennaisesti vedenkulutusarvoon.

3.2.2.2. Lomakeskusten vedenkulutuksen vaihtelut ja kulutushuippujen ajoittuminen

Talvilomakeskuksissa suurimmat vedenkulutukset esiintyvät yleisimmin hiihtoloman ja pääsiäisen aikaan usein varsin lyhyillä jaksoilla. Syksyllä esiintyvä pienehkö kulutushuippu ei yleensä ole mitoituksen kannalta merkittävä. Kulutushuippu on sitä terävämpi, mitä pienemmästä lomakeskuksesta on kyse.

Voimakkaiden vuodenaikaisten kulutusvaihtelujen vuoksi voidaan vuorokausikulutuskertoimet laskea vertaamalla suurinta vuorokausikulutusta sesonkiajan jakson keski-

määräiseen kulutukseen vuoden keskimääräisen kulutuksen sijasta. Taulukossa 19 on esitetty eri kulutuskohteiden suuntaa-antavia sesonkiajan kulutuksenvaihtelukertoimia. Ne perustuvat Ojanperän (1993) esittämiin Rukalta ja kirjallisuudesta saatuihin tuloksiin. Vaihtelukertoimet ovat hiihtosesongin vilkkaimpien jaksojen arvoja. Ne perustuvat suurimman sesongin kulutuksiin, jotka on määritetty pääsiäisen n. kolmen huippuvuorokauden ja hiihtoloma-ajan vilkkaimpien 10-15 vuorokauden ajalta. Annettuja kertoimia voidaan käyttää apuna arvioitaessa kulutusvaihteluita, mikäli tarkempia paikallisia arvoja ei ole saatavilla. Kulutusten vaihtelu riippuu hyvin suuresti paikallisista tekijöistä, joten kertoimien soveltuvuus on harkittava tarkoin kussakin tapauksessa. Pienimmät kertoimet (taulukko 19) soveltuvat yleensä käytettäväksi yhdessä suurempien (taulukko 18) yksikkökulutusarvojen kanssa ja suuremmat kertoimet pienempien yksikkökulutusarvojen kanssa.

Yksittäisten mökkien kulutusvaihtelut vaikuttavat pienillä alueilla voimakkaammin kokonaiskulutukseen kuin suurissa mökkikylissä. Kun palveluja on vähän, oleskellaan mökeissä enemmän ja laitetaan enemmän ruokaa. Pienillä alueilla ruuanlaitosta ja saunomisesta aiheutuvat huiput erottuvat selvemmin kuin isoilla alueilla.

Taulukko 19. Ojanperän (1993) tutkimuksen perusteella arvioituja suuntaa-antavia vaihtelukertoimia lomakeskusten erityyppisille kulutuskohteille huippusesongin aikana. Huippusesongilla tarkoitetaan pääsiäisen ja hiihtoloman vilkkaimpia aikoja, jolloin käyttäjämäärät ovat suurimmillaan.

Kulutuskohde	Huippusesongin suurin vuorokausi- kulutuskerroin C _d max	Huippusesongin suurin tuntikulutus- kerroin C _h max	Huippusesongin huipputunti- kulutuskerroin C _{max}
Mökkialueet			
-suuret, paljon palveluja	1,1 - 1,2	2,1 - 2,3	2,5 - 2,6
-pienet, vähän palveluja	1,1 - 1,3	2,4 - 3,2	3,1 - 3,9
Huoneistohotellit, lomaosakkeet			
paljon palveluja ympärillä	1,1 - 1,3 1,2 - 1,3	2,5 - 2,6 2,5 - 2,6	2,8 - 3,3 3,1 - 3,4
Matkailuvaunualueet			
Hotellit, ravintola-asiakkaita			
-runsaasti koko päivän ajan	1,2 - 1,3	2,0 - 2,1	2,4 - 2,7
-vähän tai jaksoittaisesti, tai paljon saunoja ¹⁾	1,1 - 1,3	2,4 - 3,2	2,9 - 3,9
Ravintolat, kahvilat			
-paljon ei aterioivia; rinneravintolat	1,1 - 1,2	3,1 - 4,9	3,3 - 5,5
-suurin osa ruokailee	1,1 - 1,2	2,4 - 2,5	2,7 - 2,9

¹⁾Hotellit, joissa ulkopuolisia ravintolavieraita yleensä on vähän tai jaksoittaisesti esim. ruoka-aikoihin tai iltainen tanssien ajalle keskittyen, ja hotellit, joissa saunojen ja uima-altaan käyttö on huomattavasti tavanomaista runsaampaa.

Kulutusvaihtelu on suurta hotelleissa, joissa ulkopuolisia ravintola-asiakkaita on vähän tai ravintoloiden käyttö on jaksoittaista. Kulutusvaihtelu on myös suurempaa hotelleissa, joissa uima-altaiden ja saunojen käyttö on huomattavan runsasta. Kun ulkopuolisia palveluiden käyttäjiä on paljon ja tasaisesti pitkin päivää, ruoka- ja sauna-aikojen aiheuttamat tuntikulutushuiput tasoittuvat. Uima-altaattomille hotelleille voidaan valita taulukon 19 hotellien kulutuskertoimista tilanteeseen sopivat kertoimet ravintola-asiakkaiden määrästä riippuen.

Talvilomakeskuksissa majoituskohteiden, eli lomamökkien, hotellien ja matkailuvuonalueiden kulutuksen huipputunnit ovat samoihin aikoihin. Tuntikulutusten suurin huippu on iltaisin kello 18-19 aikoihin. Aamulla on pienempi huippu kello 9-10 aikaan. Rinneravintoloiden kulutushuiput ajoittuvat muista poikkeavasti. Niiden tuntikulutus-käyrä on pyramidimainen muodostaen vain yhden huipun. Kulutus on suurinta kello 13-17 välillä. Rinneravintolan kulutukset saattavat olla suuria myös iltaisin, jos lähistöllä on paljon majoitustilaa. Koko alueen kulutuksen huippu määräytyy suurimman kuluttajaryhmän eli majoituskohteiden perusteella. (Ojanperä 1993)

Rinneravintoloiden poikkeavalla kulutusten ajoittumisella on lähinnä paikallinen merkitys, koska niiden osuus laskettelukeskusten kokonaisvedenkulutuksesta on yleensä pieni. Ojanperän (1993) tutkimuksen mukaan rinneravintolan kulutushuippua voi eriaikaisuudesta johtuen pienentää 10-20 % koko alueen huippukulutusta määritettäessä.

Huippukulutusaikana on vedenkulutuksen vuorokausivaihtelu vähäistä. Näin on etenkin suurten lomakeskusten alueella. Pääsiäisen ja hiihtoloman kaikkein vilkkaimpina päivinä Ojanperän (1993) tutkimuksessa suurimmat vuorokausikertoimet olivat suurissa keskuksissa 1,1-1,2, kun ne koko hiihtolomakauden ja pääsiäisen tienoon sesongin aikana olivat 1,1-1,7. Pienissä keskuksissa vastaavat arvot olivat 1,6-2,4 ja kaikkein suurimpana sesonkina 1,1-1,4.

Tuntikulutukset vaihtelevat talvilomakeskusten alueella normaaliasutusta enemmän. Lomakeskusten koko alueen suurimmat tuntikulutuskertoimet olivat Ojanperän (1993) tutkimuksessa yleensä välillä 1,9-2,8. Rukalla suurimpien tuntikulutuskertoimien keskiarvot olivat kaikkein vilkkaimpina aikana 2,0-2,1. Tuntikulutusten suuri vaihtelu aiheutuu todennäköisesti suurimman kuluttajaryhmän, eli majoituskohteiden vedenkulutusten huippujen ajoittumisesta likimain samanaikaisesti.

3.2.2.3 Suositukset lomakeskusten vedenkulutusten ja niiden vaihtelujen arvioimisesta

Lomakeskusten vesihuollon mitoituksessa kuluttajamäärien arviointi on ratkaisevassa asemassa. Koska tulevien käyttäjämäärien arviointi on vaikeaa, on mitoituksessa pyrittävä arvioimaan käyttäjämäärien kehitys alimmillaan ja ylimmillään ja edelleen vedenkulutukselle tällöin muodostuvat ylä- ja alarajat.

Vedenkulutus olisi, mikäli mahdollista pyrittävä arvioimaan eri kuluttajamuotojen arvioitujen yksikkökulutusten ja arvioitujen kuluttajamäärien perusteella ja yhdistettävä ne sitten lopuksi alueen kokonaisvedentarpeen ennusteeksi. Mikäli tällaista ei kyetä tekemään, joudutaan vedenkulutusta arvioimaan karkeammin esimerkiksi vuodepaikkojen arvioidun kokonaismäärän perusteella. Tällöin ei kuitenkaan päästä yhtä hyvään tulokseen kuin yksikkökulutuksia käytettäessä. Arvioinnissa voidaan käyttää apuna kappaleessa 3.2.2.1 esitettyjä arvioita. Niitä on kuitenkin pidettävä lähinnä suuntaa-an-

tavina, koska vedenkulutukset vaihtelevat suuresti lomakeskusten kuluttajakunnan muodostumisesta riippuen. Vedenkulutuksiin vaikuttaa myös suuresti vuodepaikkamäärän laskentatapa ja -tarkkuus, esim. matkailuvaunupaikkojen huomioon ottaminen vuodepaikkalukua laskettaessa ja vaunupaikkojen määrä muihin vuodepaikkoihin verrattuna.

Talvilomakeskusten vedenjakelujärjestelmä on mitoittettava sesongin vedenkäytön perusteella, vaikka vedenkulutus onkin sesonkiaikojen ulkopuolella huomattavasti pienempi.

Hiihtokeskusten kokonaisvedenkulutus vaihtelee erityyppisten kuluttajien määrästä riippuen. Mitoitus tulisikin tehdä erityyppisten kuluttajien, kuten mökki- ja hotelliasukkaiden, ravintola-asiakkaiden ja matkailuvaunuasukkaiden määriin ja yksikkökulutuksiin perustuen, eikä alueen vuodepaikkamäärän perusteella. Ainakin suurimpien vedenkäyttäjärühmien kulutus tulisi arvioida erikseen.

Vesihuollon mitoituksessa on suurin kuluttajaryhmä määräävänä tekijänä. Lomakeskuksissa se on tavallisesti mökkiasutus, koska mökkejä on yleensä paljon hotelli- ja ravintolapaikkojen määrään verrattuna. Taulukossa 18 on esitetty hiihtolomakeskusten tyypillisten vedenkuluttajien arvioituja sesonkiaikojen keskimukutuksia, joita voidaan käyttää apuna vedenkulutuksia arvioitaessa, mikäli paikallisia tietoja ei ole saatavilla. Yksikkökulutuksille määritetyt keskimääräisarvot kuvaavat sesonkiaikojen tyypillistä tilannetta ja huippuarvot suurinta yksikkökulutuksen arvoa, joka todennäköisesti ei ylity. Kulutukset perustuvat suurimman sesongin kulutuksiin, jotka on määritetty pääsiäisen n. kolmen huippuvuorokauden ja hiihtoloma-ajan vilkkaimpien 10-15 vuorokauden ajalta. Määritetyt yksikkökulutukset perustuvat pääosin Suomessa tehtyihin tutkimuksiin, mutta niitä arvioitaessa on käytetty hyväksi useista ulkomaisista tutkimuksista ja lähteistä koottuja tietoja.

Mökeissä vuodepaikkojen käyttöasteen voidaan sesonkiaikana arvioida olevan välillä 70-100 %, mökkien käyttöasteen välillä 90-100 %. Yleensä vuodepaikkojen käyttöaste mökeissä jää vilkkaimpanakin sesonkina alle 100 % eli n. 70-80 %. Hotellien vuodepaikkojen käyttöaste huippusesongin aikana lienee n. 90-100 %. Hotelleissa on lisäksi otettava huomioon lisävuoteet, mikäli ne eivät ole mukana hotellin vuodepaikkaluvussa, jolloin käyttöaste voi nousta jopa 115-125 %. Käyttöasteet kuitenkin vaihtelevat eri laskettelukeskuksissa ja oheisia arvioita on pidettävä vain suuntaa-antavina. Käyttöasteita tarkasteltaessa on myös arvioitava, missä määrin mökkien lisävuoteet on sisällytetty vuodepaikkalukuihin.

Arvioitaessa veden yksikkökulutuksia ja kulutusvaihteluita huippusesongin aikana voidaan käyttää apuna taulukoissa 18 ja 19 esitettyjä arvoja, mikäli tarkempia, paikkakuntakohtaisia tietoja ei ole olemassa. Tässä esitetyt tiedot perustuvat rajalliseen tutkimusaineistoon, joten niiden soveltuvuus ja käyttötapa on harkittava kussakin tapauksessa erikseen paikalliset olosuhteet huomioiden.

Kovin tarkkojen suositusarvojen antaminen lomakeskusten vedenkulutuksista ja sen vaihteluista on vaikeaa, koska kulutukset vaihtelevat lomakeskusten eroista ja niiden käyttäjäkunnan rakenteesta ja määrästä riippuen.

3.2.3 Ranta- ja kesämökkien vedenkulutus

Etupäässä vesistöjen rannoilla sijaitsevien lomamökkien vedenkulutus keskittyy pääosin kesäaikaan, usein kesä-elokuun lomakuukausien ajalle. Vedenkulutuksen suuruus riippuu mökkien varustetasosta - osassa mökkejä kaikki vesi kannetaan sisään ja ulos - osassa mökkejä on sama tai lähes sama varustus kuin normaaleissa omakotitaloissa. Kokonaisvedenkulutus vuoden aikana on kuitenkin vain murto-osa omakotitalon keskimääräisestä kulutuksesta.

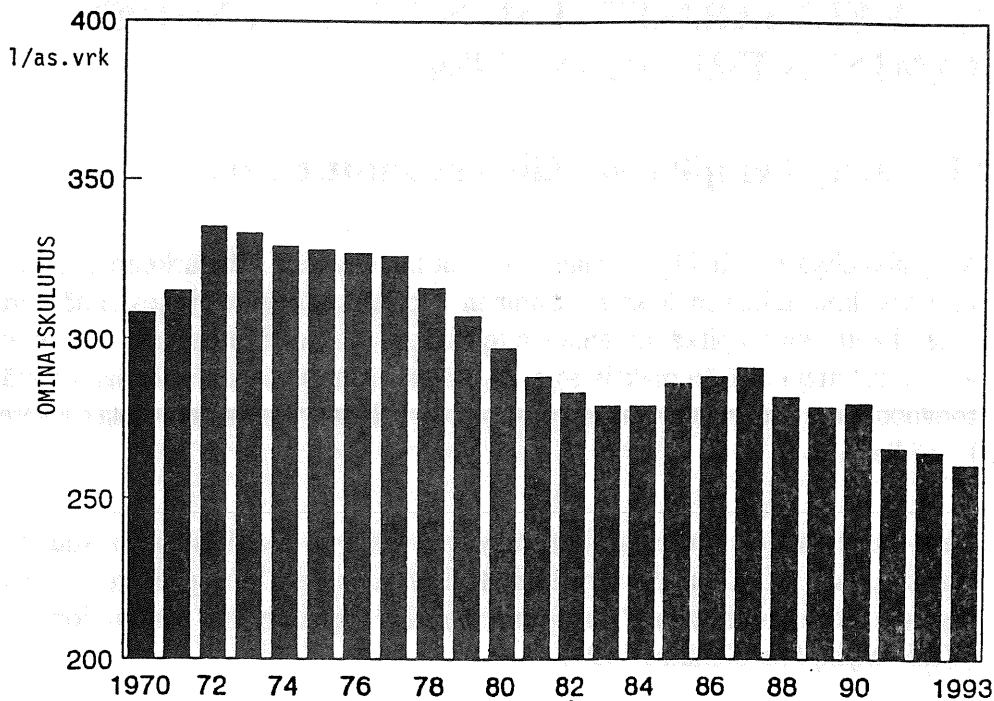
Vedenkulutus ranta-alueiden ym. kesämökeissä riippuu niissä oleskeltavan ajan ja mökkien käyttäjien määrästä. Mitä pitempiä aikoja mökeissä vietetään ja mitä useammin tai pysyvämmiin niissä asutaan, sitä parempi on mökkien varustetaso ja sitä suurempi vedenkulutus. Ranta-alueiden lomamökkien vedenkulutuksesta ei juurikaan ole olemassa tutkimuksia. Kun vesi tuodaan kantamalla sisään (esim. vesipostiasiakkaat), on vedenkulutuksen arvioitu alimmillaan olevan 20 l/as·d (Sisäasiainministeriö 1972).

Kulutuksen vaihtelu on normaaleilla kesämökkialueilla suurempaa kuin tavallisella asutuksella mökkien epäsäännöllisen käytön takia. Kulutuksen huippu lienee kuitenkin loivempi kuin talvilomakeskuksissa, joissa vuorokausihuiput ajoittuvat hyvin selvästi tietyille sesonkipäiville. Tavallisten kesälomamökkien käyttö ja siten myös vedenkulutus jakautuu pitemmälle jaksolle kesäkuukausien ajalle kuin talvilomakeskusten mökkien käyttö. Vilkkaimpana kesälomakautenaakin lienee yksityisten kesämökkien vuodepaikkojen käyttöaste likimain samansuuruinen kuin talvilomakeskusten mökkien. Mökkien käyttöaste lienee noin 60-70 %.

Lomamökeissä, jotka on liitetty vesijohtoverkostoon ja joissa on normaali varustus, voidaan vedenkulutuksen arvioida tulevaisuudessa olevan enintään samaa luokkaa kuin normaaleissa omakotitaloissa tai talvilomakeskusten mökeissä niiden ollessa käytössä. Keskimääräinen vedenkulutusarvo lienee nykyään vain n. 50-100 l/as·d, mikäli osa vedenkulutuksesta kohdistuu pintaveteen. Kesälomamökkien kulutus tulisi mitoituksessa ottaa huomioon laskettaessa kulutushuippua, sillä haja-asutusalueilla kulutushuiput sattuvat yleensä kesäajalle.

4 VEDENKULUTUKSEN KEHITYS TULEVAISUUDESSA

Yhdyskuntien vesilaitoksissa veden ominaiskulutus on pienentynyt jyrkästi 1970-luvun alkupuolelta aina 1980-luvun alkupuolelle saakka, minkä jälkeen kulutuksen vaihtelu on ollut vähäisempää. 1980-luvun lopulla ominaisvedenkulutus tasaantui tasolle n. 280 l/as·d, josta se on edelleen 1990-luvun alussa laskenut jonkin verran. Vuosina 1991-1992 ominaiskulutus oli luokkaa 265 l/as·d (kuva 7). Vuonna 1993 veden ominaiskulutus oli alhaisempi kuin koskaan viimeisen 25 vuoden aikana, eli 261 l/as·d (kuva 7). Uusimmissa vuoteen 2010 tähtäävissä vedenkulutusennusteissa on ominaiskulutuksen arvioitu pysyvän nykyisellä tasollaan (Saviranta ja Vikman 1990). Talousvedenkulutuksessa kasvua onkin odotettavissa lähinnä haja-asutusalueilla kiinteistöjen varustetason noustessa taajamien asuntoja vastaaviksi (Vesihallitus 1981). Talousvedenkulutuksen kasvua aiheutuu myös liittymisprosentin kasvusta. (Vesi- ja ympäristöhallitus 1994)



Kuva 7. Vedenkulutus liittyjää kohti vuorokaudessa Suomen vesilaitoksilla (Vesi- ja ympäristöhallitus 1994).

Tulevaisuudessa vedenkulutukseen voi vaikuttaa veden hinnan nousu mm. arvonlisäverosta johtuen. Sosiaali- ja Terveysministeriön uusissa päätöksissä veden laadulle (liitteet 3 ja 4) ja käsittelylle on asetettu nykyistä tiukempia vaatimuksia ja ne on ulotettu koskemaan entistä pienempiä vesilaitoksia. Myös nämä seikat voivat aiheuttaa painetta veden hinnan nostamiseen.

Yksittäisissä talouksissa, jotka eivät aiemmin ole olleet liittyneitä vesijohtoverkostoon, tapahtuu yleensä liittymisen jälkeen kulutuksen kasvua, kun vesilaitteet uusitaan nykyaikaiselle tasolle, talouteen hankitaan suihkut, pesukoneet jne. Vedenkulutus kasvaa myös muuttuvien kulutustottumusten myötä. Vettä opitaan käyttämään enemmän, kun hyvälaatuista vettä on helpommin ja riittävästi saatavilla. Kulutuksen kasvu kuitenkin yleensä taittuu muutaman vuoden kuluessa, ja se vakiintuu samalle tasolle kuin muissa vastaavanlaisissa talouksissa.

Toisaalta talousveden kulutusta pienentää vanhojen vesikalusteiden uusiminen, kun tilalle hankitaan uusia, vettä säästäviä laitteita. Huoneistokohtaisen veden mittauksen lisääntyminen aiheuttaa veden kulutuksen pienenemistä. Nämä seikat kompensoivat aika pitkälle valtakunnan tasolla haja-asutusalueiden varustetason noususta aiheutuvaa vedenkulutuksen kasvua.

Yleisten vesilaitoksien liittyjämäärät kasvavat tulevaisuudessa hitaasti. Erityisesti haja-asutusalueilla tulee lisäksi arvioida väestömäärän ja maatalouden kehitystä. Edellä esitetyistä seikoista johtuen on syytä olettaa, että veden kokonaiskulutuksessa ja ominaiskulutuksissa ei ole odotettavissa kasvua tai se tulee olemaan vähäistä. Vedenkulutuksen kasvu keskittyy uusiin laitoksiin. Näiden merkitys on kuitenkin kokonaisuuden kannalta vähäinen.

5 VEDENJAKELUJÄRJESTELMÄN OSAT JA NIIDEN MITOITTAMINEN ERI TILANTEISSA

5.1 Yleistä vedenjakelujärjestelmien suunnittelusta

Vedenjakelujärjestelmiä ja vesilaitoksia suunniteltaessa eräs tärkeimmistä lähtökohdista on vedenkuluttajien määrän arvioiminen. Koska vedenjakelujärjestelmän eri osien tekninen käyttöikä on pitkä, on ennuste tehtävä 25-30 vuoden päähän. Tällöin olisi tehtävä arviot kuluttajamäärän maksimi- ja minimiarvoista ennustejakson päättyessä. Vedenotopaikkojen sijoittamista suunniteltaessa on tehtävä ennusteita vieläkin pitemmälle aikavälille.

Haja-asutusalueiden ja loma-alueiden yleiskaavan tai osayleiskaavan suunnittelun yhteydessä olisi tehtävä myös vesihuollon yleissuunnittelu. Osayleiskaavoituksen ja vesihuollon yhteissuunnittelulla voidaan vaikuttaa merkittävästi vesihuollon kustannuksiin (Vesi- ja ympäristöhallitus 1991).

Mikäli kaavaa laadittaessa ei tehdä samanaikaisesti vesihuollon yleissuunnitelmaa, olisi kuitenkin kuultava vesihuoltosuunnittelijoita, jotta vesihuollon erityisongelmat ja -vaatimukset voitaisiin ottaa huomioon jo kaavoitusvaiheessa. Alueen rakentamisen vaihteisuus ja kaavoituksen lopputilanteen ajoittuminen voitaisiin tällöin ottaa paremmin huomioon myös vesihuoltoa suunniteltaessa, ja tarkastella vesihuollon eri rakentamis- ja toteuttamisvaihtoehtojen ja -aikataulujen kustannuksia ja vaikutuksia. Esimerkiksi vedenottamoiden sekä vedentarpeen kasvaessa tarvittavien lisäottamoiden sijainti voidaan valita sekä vesihuollon että maankäytön kannalta parhaiten sopivaksi. Tällöin voidaan esimerkiksi suunnitella rakennettavaksi siirtojohto toiselta vesilaitokselta, tai vedenottamot vaihteittain eri puolille kulutusaluetta. Näin mm. paine-erot eivät muodostu liian suuriksi ja pumppaamoja ei tarvitse mitoittaa alkutilanteeseen nähden liian suureksi jolloin säästetään myös energiakustannuksissa.

Seuraavissa kappaleissa on käsitelty vedenjakelujärjestelmän osia ja niiden mitoittamista lähinnä pienten vesilaitosten kannalta. Ohjeita voidaan käyttää soveltuvin osin myös lomakeskusten ja -asutuksen vedenjakelujärjestelmiä mitoittaessa. Esimerkkikuvia käytettävistä teknisistä ratkaisuista on esitetty liitteessä 5.

5.2 Lomakeskusten ja loma-asutuksen vedenjakelujärjestelmien mitoitus haja-asutusalueisiin ja pieniin taajamiin verrattuna

Lomakeskusten ja loma-asutuksen vedenjakelujärjestelmät mitoitetaan periaatteessa samoin ja ne muodostuvat samoista osista kuin muidenkin alueiden jakelujärjestelmät. Niiden suunnittelussa sovelletaan tavanomaisen asutuksen, joko pienten tai suurten, vedenjakelujärjestelmien suunnitteluohjeita laitoksen koosta riippuen. Lomakeskuksissa käytettyjen mitoituksen lähtöarvojen määrittäminen kuitenkin poikkeaa tavanomaisen asutuksen alueista, kuten kappaleessa 3.2 on aiemmin selostettu.

Lomakeskusten vesihuollon mitoituksessa kuluttajamäärien arviointi on ratkaisevassa asemassa. Kuluttajamäärien arviointi perustuu usein loma-alueen kaavatietoihin. Erityi-

sesti yleissuunnitelmavaiheessa on tarkasteltava vuodepaikkojen ja muiden vedenkultusyksiköiden toteutumista. Edelleen on tarkasteltava vesihuollon vaiheittaista toteuttamista ja tehtävä sen mukaiset suunnitelmat. Mitoituksessa on pyrittävä arvioimaan käyttäjämäärien kehitys alimmillaan ja ylimmillään ja edelleen vedenkulutuksen ylä- ja alarajat.

Palotilanteiden vedenhankinnan turvaamiseksi olisi lomakeskuksia varten tehtävä aluekohtaiset sammutusvesisuunnitelmat, mikäli niitä ei ole sisällytetty kuntakohtaisiin sammutusveden yleissuunnitelmiin. Sammutusvesisuunnitelmassa on esitettävä, miten palotilanteissa tarvittavat vesimäärät voidaan saada. Siinä selvitetään ajetaanko vettä säiliöautoilla, vai käytetäänkö luonnonvesistöjä tai muita altaita. Suunnitelmasta tulee myös ilmetä, mikäli ja missä määrin vettä otetaan vedenjakelujärjestelmästä. Jos sammutusvettä otetaan vedenjakelujärjestelmästä eikä tätä ole huomioitu vedenjakelujärjestelmää suunniteltaessa, voi verkoston kapasiteetti palotilanteissa olla riittämätön.

Hetkellisen kulutuksen määrittämisessä ei lomakeskuksissa ja -asutusalueilla voi käyttää samaa nomogrammia (kuva 6) kuin tavanomaiselle asutukselle, koska nomogrammin lähtökohtana oletettavasti on tavanomaisten yhdyskuntien vesilaitosten asutuksen ym. vedenkuluttajien kulutus. Vedenkulutuksen vaihteluita lomakeskuksissa voidaan tasoittaa vesilaitosten käytännön toiminnassa yhteistyöllä lomakeskusten yrittäjien kanssa. Esimerkiksi porrastamalla hiihtohissien sulkeutumisajat vaikkapa puolen tunnin välein voidaan tasoittaa huippukulutuksia.

Lomakeskuksissa vedenkulutus on kausiluonteista ja kulutushuiput suuria koko vuoden keskikulutukseen nähden, joten vesisäiliöiden käyttö on loma-alueiden vedenjakelujärjestelmiä mitoittaessa erityisen tarpeellista ja hyödyllistä. Mikäli samaan vesilaitokseen talvilomakeskuksen kanssa on liittynyt myös vakinaista asutusta, voi vedenkulutus olla jonkin verran tasaisempaa.

Lomakeskusten suurehkoilla vesilaitoksilla lienee eritasoisen ohjauksen ja valvonnan sekä siihen liittyvän automaation käyttö yleisempää kuin yleensä pienillä laitoksilla.

5.3 Vesisäiliöt

Veden varastoinniseksi ja johdettavien vesimäärien tasaamiseksi vesilaitoksilla voidaan käyttää vesisäiliöitä vedenjakelujärjestelmän yhteydessä. Suurilla laitoksilla vettä varastoidaan myös raakaveden hankintajärjestelmän tai vedenkäsittelylaitosten yhteydessä. Vedenkäsittelylaitoksilla käytetään puhdasvesiallastilavuutta mahdollistamaan virtaamaltaan mahdollisimman tasainen puhdistusprosessi ja tasaamaan veden laatua. Vedenjakelujärjestelmässä veden varastotilaa tarvitaan kulutusvaihtelujen tasaamiseen, pumpaamojen ja verkoston käyttöhäiriöiden varalta sekä mahdolliseksi sammutusvesivarastoksi. (Suomen Kaupunkiliitto 1970, 1982).

Vesisäiliöt jaetaan toimintaperiaatteensa puolesta kahteen pääryhmään: ylä- ja alasäiliöihin. Yläsäiliöt ovat vapaapintaisia säiliöitä, joista vesi virtaa omapainoisesti kulutukseen. Alavesisäiliöistä vesi on pumpattava käyttöön. Näiden pääryhmien lisäksi on olemassa edellisten yhdistelmiä sekä painesäiliöitä, joiden päätarkoitus on kuitenkin yleensä pumppujen käytön ohjaaminen. Pienillä vesilaitoksilla tai yksittäisillä kuluttajilla painesäiliöillä on kuitenkin myös vähäistä merkitystä vesivarastona. (Suomen Kaupunkiliitto 1982)

Vesisäiliöiden käyttö pienillä vesilaitoksilla ja haja-asutusalueilla on yleensä vähäisempää kuin suurilla laitoksilla. Käytetty vesisäiliötilavuus on pienillä laitoksilla useimmiten pumppaamojen yhteyteen sijoitettua alasäiliötilavuutta. Vedenjakelujärjestelmää suunniteltaessa olisi vertailtava suoraa pumppausta ja eri säiliötilojen rakentamis- ja sijoittamisvaihtoehtoja sekä niiden vaikutusta jakelujärjestelmän toimintaan. Tällöin on tarkasteltava myös rakentamis- ja pumppauskustannuksia. Lisäksi on tarkasteltava säiliöiden vaikutusta putkistomitoitukseen. Säiliötilojen käyttö on suositeltavaa myös pienillä laitoksilla ja haja-asutusalueiden pitkien runkolinjojen yhteydessä, jotta vedenjakelu voidaan turvata myös erilaisissa häiriötilanteissa. Säiliöitä käyttämällä voidaan myös rakentaa pienempiläpimittaisia johtoja, kun huippukulutustilanteessa vettä voidaan syöttää sekä säiliöstä että vedenottamolta syöttöjohtoa pitkin.

Olosuhteista ja kustannuksista riippuen säiliö rakennetaan joko ylä- tai alasäiliönä. Yläsäiliö on edullisinta sijoittaa joko lähelle vedenkulutuksen painopistettä tai sen taakse pumppauskohdasta katsottuna. Yläsäiliöt rakennetaan yleensä jalallisenä. Joissakin tapauksissa voidaan käyttää hyväksi edullisia maasto-olosuhteita ja rakentaa yläsäiliö maavaraisena. Yläsäiliön rakentamiskustannukset ovat huomattavasti suuremmat kuin alasäiliön. Sen etuja ovat alasäiliötä suurempi jakelujärjestelmän varmuutta lisäävä vaikutus sekä pienemmät pumppauskustannukset. Harkittaessa rakennettavan säiliön tyyppiä on tarkasteltava sekä rakentamis-, että pumppauskustannuksia ja säiliön vaikutusta jakelujärjestelmän toimintaan.

5.3.1 Tarvittava säiliötilavuus

Vesisäiliöt suunnitellaan tasaamaan yhden vuorokauden aikaisia vedenkulutuksen vaihteluja. Vain poikkeustapauksissa käytetään tätä lyhyempiä tai pidempiä tasausjaksoja (Suomen Kaupunkiliitto 1982). Kun vesisäiliö rakennetaan olemassa olevan verkoston yhteyteen, mitoituksen lähtökohtana käytetään olemassa olevan verkoston kulutusvaihteluita.

Säiliöiden täyttöpumppauksen tehoihin ja päivittäisiin täyttöajankohtiin tulee kiinnittää huomiota jo suunnitteluvaiheessa (Suomen Kaupunkiliitto 1982). Säiliön täytön ja tyhjentyksen ajoittamisella voidaan optimoida vedenjakelujärjestelmän toimintaa sekä energia- ja muita käyttökustannuksia. Tällöin yleensä säiliötä täytetään yöaikaan ja tyhjennetään päivällä. Täyttöajankohtia suunniteltaessa on otettava huomioon vedenkäsittelylaitoksen toiminta.

Tarpeellisenä vesisäiliöiden kokonaisvesi-tilavuutena pidetään tavallisesti 25-50 % suurimman vuorokausikulutuksen arvosta, 40-50 % pienehköillä jakelualueilla ja 25-40 % suurilla jakelualueilla. Kulutusvaihtelujen tasaamiseen tarvittava vesisäiliötilavuus voidaan määrittää tarkastelemalla mitoitusvuorokauden aikaisia kulutusvaihteluita ja veden pumppausta. Kulutusvaihteluiden tasaamiseen tarvittavaksi varastotilavuudeksi arvioidaan yleensä 15-30 % suurimmasta vuorokausikulutuksesta ja jakelukeskeytysten varalta 10 % suurimmasta vuorokausikulutuksesta. (Suomen Kaupunkiliitto 1970)

Pienillä vesilaitoksilla sammutusveden hankinta on ongelmallista. Mikäli vedenjakelujärjestelmä mitoitetaan sammutusveden varalta, joudutaan asentamaan normaalin vedentarpeen kannalta ylisuuria johtoja. Sammutusvesi pyritäänkin saamaan muista lähteistä kuin vesijohtoverkostosta, jolloin tulee kyseeseen esimerkiksi veden tuominen palopaikalle autojen säiliöissä. Sammutusveden tarve voidaan tällöin pyrkiä turvaamaan pääosin luonnonvesistöistä tai altaista saatavalla vedellä. Mikäli vesisäiliötilavuutta on

suunniteltu käytettäväksi sammutusvesivarastona, varataan säiliöihin, etenkin yläsäiliöihin, tarkoituksenmukainen, sammutusvesisuunnitelmassa esitetty vesimäärä tulipalojen varalta. Ellei luonnonvesilähteitä ole käytettävissä, voidaan sammutusveden määränä pitää 50-400 m³. Pienempää arvoa käytetään tavanomaisen asutuksen alueilla ja suurempaa arvoa palovaarallisilla varasto-, teollisuus- ym. alueilla. (Suomen Kaupunkiliitto 1982)

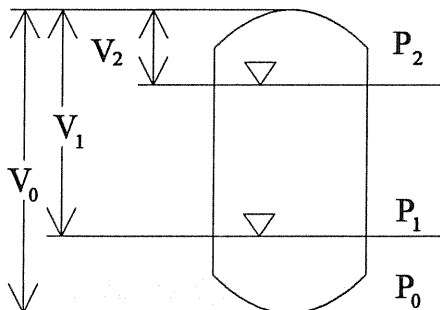
5.3.2 Painesäiliöt

Painesäiliössä vesi on paineenalaisena. Painesäiliön ensisijainen tehtävä on vedenjakelujärjestelmän painetta ylläpitävien pumppujen ohjaaminen eikä sen säiliötilaa pienuutensa vuoksi yleensä voida ottaa huomioon kulutushuippujen tasaajana. Pienissä vedenjakelujärjestelmissä sillä on kuitenkin jonkin verran merkitystä myös varastona. Vedenjakelujärjestelmässä painesäiliö sijaitsee yleensä heti pumppujen jälkeen. Mikäli laitoksella ei ole muuta säiliötilavuutta on painesäiliölaitoksen pumpput mitoitettava suurimman hetkellisen vedenkäytön perusteella. Pumppuja ohjataan verkoston paineen avulla. Painesäiliön toimitaperiaate on esitetty kuvassa 8.

Painesäiliölaitoksia on käytetty aiemmin yleisesti pienillä vesilaitoksilla aina yhden talouden laitoksista jopa yli 1000 asukkaan laitoksiin. Se on ollut yleinen ratkaisu vesilaitosten ensimmäisessä toteuttamisvaiheessa, jolloin verkoston laajetessa on siirrytty yläsäiliö- ym. järjestelmiin. Painesäiliö sijoitetaan yleensä vedenottamolle ja mahdollisesti tarvittavat lisäsäiliöt kulutuspisteiden läheisyyteen. Painesäiliöitä käytetään nykyisin yleensä vain alle 10 talouden laitoksilla. Yksittäisissä talouksissa voidaan käyttää ns. vesiautomaatteja, joihin kuuluu pumppu, pieni painesäiliö ja muut tarvittavat laitteet. Nykyään painesäiliön pumpun ohjauksessa korvaa useimmiten taajuusmuuttajakäyttöinen kierroslukusäätöinen pumppu. Nämä ovat yleistyneet yhä pienemmissä laitoksissa.

Tilavuus, joka painesäiliössä on käytettävissä hyväksi veden varastointiin eli säiliön hyötytilavuus (V_h), on:

$$V_h = V_1 - V_2.$$



Kuva 8. Painesäiliön periaatekuva ja mitoitukseen vaikuttavat perustekijät (termit on selitetty tekstissä).

Yksinkertaisimmillaan painesäiliöjärjestelmässä on käytössä vain yksi pumppu. Tällöin säiliön hyötytilavuus voidaan määritellä seuraavalla kaavalla:

$$V_h = \frac{Q \cdot t}{4},$$

missä Q = pumpun tuotto (l/s),
 t = käyntijakson pituus (s) ja
 V_h = säiliön hyötytilavuus (l).

Käytännössä sopiva käyntijakson pituus on 2-15 min. Painesäiliön kokonaistilavuus määritellään kaavalla:

$$V_0 = \frac{V_h \cdot p_1 \cdot p_2}{p_0 \cdot (p_2 - p_1)},$$

missä V = säiliön kokonaistilavuus (l),
 p_0 = esipaine,
 p_1 = kytkentäpaineen alaraja,
 p_2 = kytkentäpaineen yläraja ja
 V_h = säiliön hyötytilavuus (l).

Paine-ero $p_1 - p_2$ ei saisi olla suurempi kuin 150-250 kPa, eikä $p_1 - p_0$ pienempi kuin 100 kPa. Esipaineen käytöllä voidaan säiliön kokoa tuntuvasti pienentää. Esipainetta käytettäessä tulee säiliön mitoituksessa ottaa huomioon varmuustila, jottei paineilmaa pääsisi jakeluverkkoon. Tämän varmuustilan suuruus on 30-60 % teoreettisesta tilavuudesta. (Suomen Kaupunkiliitto 1979 (2), Suomen Rakennusinsinöörien Liitto 1981)

Painesäiliöissä paineenalainen ilma pyrkii liukenemaan veteen, vaikka vesi normaalipaineisena olisikin ilman kyllästämää. Ilman painesäiliöön lisäämistä varten tarvitaan pieni kompressorin. Painesäiliöissä voidaan käyttää veden ja ilman rajapinnassa elastista kalvoa estämään veden ylikyllästymisen ja turha kompressorin käyttö. Kompressorin mitoituksessa voidaan käyttää seuraavaa kaavaa:

$$I = \frac{V \cdot p_0}{t},$$

missä I = ilmamäärä (l/min),
 V = säiliön kokonaistilavuus (l),
 p_0 = esipaine (bar),
 t = täyttöaika (minuuttia).

Vaadittava paine, jolla kompressorin tulee toimia, on n. 1,2 kertaa alempi katkaisupaine. Vaadittavaksi ajaksi (t) voidaan valita esim. 15 minuuttia. (Suomen Kaupunkiliitto 1979 (2))

5.4 Verkoston mitoittaminen

5.4.1 Syöttö- ja runkojohdot

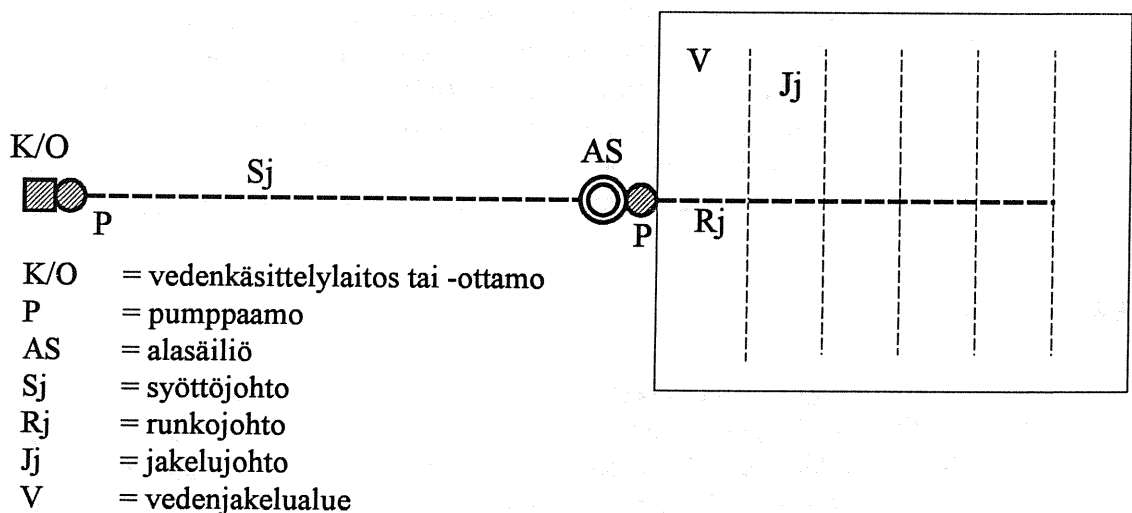
Syöttöjohdoilla tarkoitetaan vedenottamon tai -käsittelylaitoksen ja kulutusalueen välistä johto-osuutta. Runkojohdoilla tarkoitetaan yleensä taajamien sisällä tai niiden välillä vettä kuljettavia vesijohtoja. Päävesijohto-nimitystä käytetään vaihtelevasti joko pelkästään runkojohdoista tai molemmista em. johtotyypeistä puhuttaessa. Vesijohtoverkoston eri osien nimityksiä on esitetty kuvassa 9.

Pääjohtoverkkoa mitoittaessa tulee tehdä vertailuja eri rakentamisvaihtoehtojen ja niistä aiheutuvien rakentamis- ja käyttökustannusten välillä. Tällöin on vertailtava eri putkikokojen ja -laatuojen, vaihtoehtoisten rakentamisajankohtien sekä säiliöiden rakentamisen ja sijoittamisen ja niiden vedenpinnankorkeuksien vaikutusta. Lisäksi on tarkasteltava myös vedenpuhdistamoiden, -ottamoiden ja pumppaamoiden eri rakentamisvaihtoehtojen vaikutusta.

5.4.1.1 Syöttö- ja runkojohtojen mitoitusvirtaamat

Syöttöjohdot on mitoittettava niin, että niiden kautta voidaan vuorokauden aikana johtaa suurin kulutusalueella vuorokauden aikana tarvittava vesimäärä. Kun jakelualueella on säiliötilavuutta, voidaan syöttöjohto ja pumppaus vedenkäsittelylaitoksen ja säiliön välillä mitoittaa tasaiselle pumppaukselle, jolloin pumppausaikana kulutusalueelle pumpataan suurinta vuorokausikulutusta vastaava vesimäärä. Tällöin voidaan mitoitus tehdä virtaamalle $Q_{dmax}/16-24$ h. Mitä enemmän säiliötilaa on kulutukseen nähden, sitä pitemmälle ajalle Q_{dmax} voidaan jakaa. Yleensä suurin vuorokausikulutus jaetaan 16, 18 tai 22 h:lla.

Mikäli kulutusalueella ei ole säiliötä, on syöttöjohto mitoittettava huipputuntikulutuksen tai hyvin pienillä laitoksilla hetkellisen kulutuksen perusteella. Mikäli vedenjakelualueelle toimitetaan vettä usealta vedenottamolta ja yhden ottamon tuotto ei kata jakelualueen koko kulutusta, mitoitetaan syöttöjohto ottamon tuoton perusteella.



Kuva 9. Vesijohtoverkoston perusosien nimitykset.

Runkojohdot mitoitetaan yleensä samoin perustein kuin syöttöjohdot. Mitoitusvirtaamana runkojohdoille käytetään tavallisesti huipputuntikulutusta. Runkojohtojen mitoituksessa on huomioitava myös säiliötilojen olemassaolo ja sijainti. Kun jakelualueella on yläsäiliö, vettä voidaan huippukulutuksen aikana ottaa sekä vedenottamolta että säiliöstä. Alasäiliön jälkeen olevat runkojohdot mitoitetaan huipputuntikulutukselle.

Lisäksi on tarkastettava päävesijohtojen mitoitus säiliön täyttötilanteessa ja palonsammutustilanteessa, mikäli sammutusvettä suunnitellaan otettavaksi palopostien kautta vesijohtoverkostosta. Palotilanteen normaalina taustakulutuksena pidetään tällöin keskimääräisen vuorokauden suurinta tuntikulutusta.

5.4.1.2 Suositukset syöttö- ja runkojohtojen mitoittamisesta

Syöttöjohtojen mitoitusvirtaama riippuu jakelujärjestelmässä olevasta säiliötilavuudesta. Runkojohdot mitoitetaan yleensä samoin perustein kuin syöttöjohdot. Lisäksi tarkastetaan päävesijohtojen mitoitus säiliön täyttötilanteessa sekä palonsammutustilanteessa, jos sammutusvettä otetaan vedenjakelujärjestelmästä. Palotilanteen normaalina taustakulutuksena pidetään keskimääräisen vuorokauden suurinta tuntikulutusta.

Mikäli jakelualueella on säiliötilavuutta voidaan syöttöjohto ja pumppaus vedenkäsittelylaitoksen ja säiliön välillä mitoittaa tasaiselle pumppaukselle, jolloin pumppausaikana kulutusalueelle pumpataan suurinta vuorokausikulutusta vastaava vesimäärä. Tällöin mitoitus tehdään säiliötilan määrästä riippuen yleensä virtaamalle $Q_{dmax}/16-22$ h.

Mikäli kulutusalueella ei ole säiliötä, on syöttöjohto mitoitettava huipputuntikulutuksen tai hyvin pienillä laitoksilla hetkellisen kulutuksen perusteella. Mikäli vedenjakelualueelle toimitetaan vettä usealta vedenottamolta ja yhden ottamon tuotto ei kata jakelualueen koko kulutusta, mitoitetaan syöttöjohto ottamon tuoton perusteella.

5.4.2 Jakelujohdot ja tonttijohdot

5.4.2.1 Jakelujohdot

Jakelujohdolla tarkoitetaan runkojohdosta haarautuvaa, pienelle kulutusalueelle vettä johtavaa johto-osaa, johon kiinteistöjen tonttijohdot yhdistetään. Jakelujohdot mitoitetaan joko huipputuntikulutuksen perusteella tai pienillä kulutusalueilla lyhyemmän, hetkellisen huippukulutuksen perusteella. Hetkellisen virtaaman määrittämiseen käytetään usein ns. ruotsalaista nomogrammia (kuva 6), ellei tarkempia tietoja ole olemassa. Hetkellisen virtaaman määrittämistä on käsitelty aiemmin kappaleissa 3.1.3.2 ja 3.1.3.5.

5.4.2.2 Tonttijohdot

Tonttijohtojen mitoituksessa käytetään yleensä kiinteistön hetkellistä huippukulutusta. Hetkellinen huippukulutus voidaan määrittää esimerkiksi kuvan 6 nomogrammin perusteella tai liittyneen kiinteistön hanaluvun perusteella. Tällöin mitoituksessa voidaan käyttää vastaavia virtaamia kuin kiinteistön jakojohdoille Suomen Rakentamismääräyskokoelman kohdassa D1 (Ympäristöministeriö 1987).

Kiinteistön sisäistä vedenjakelujohtoa eli jakojohdtoa mitoittaessa käytetään Ympäristöministeriön (1987) julkaisemassa Suomen rakentamismääräyskokoelmassa (RakMK D1) määriteltyjä eri kalusteiden normivirtaamia, jotka ovat yleensä välillä 0,1-0,4 l/s (liite 2). Kiinteistön alimman kylmävesijakojohdon (pohjajohdon) mitoitusvirtaamaa laskettaessa ennen vedenlämmittimeen vievää johtoa otetaan myös kaikki lämminvesipisteet huomioon (Suomen Kunnallistekninen yhdistys 1987). Huoneistoa, 1-perheen taloa ja vastaavaa kohden saadaan normivirtaamien summana käyttää 0,8 l/s kylmälle ja 0,8 l/s lämpimälle vedelle huolimatta siitä, että liitteen 2 mukaisten normivirtaamien summaksi tulisi suurempi arvo (RakMK D1). Näinollen laskettaessa em. kuluttajien pohjajohtoa, voidaan normivirtaamien summana käyttää arvoa 1,6 l/s, joka saadaan laskemalla yhteen kylmän ja lämpimän veden normivirtaamien summat. Tämä antaa em. kaavan ja sen avulla laskettujen taulukoiden (liite 2) perusteella jakojohdon mitoitusvirtaaman arvoksi 0,60 l/s, kun johto-osuuden suurimmalle normivirtaamalle käytetään arvoa 0,4 l/s.

Mettälän (1992) tutkimuksessa kyselytutkimukseen vastanneissa talouksissa oli keskimäärin 4,3 hanaa. Hanojen määrä maatiloilla oli keskimäärin 5,5 kpl ja karjattomissa kotitalouksissa 3,9 kpl. Kun tämän hanamäärän perusteella määritetään normivirtaamien summa, saadaan mitoitusvirtaamaksi myös lämminvesi huomioonottaen suurimmalla, 0,4 l/s normivirtaamalla, kotitalouksille 0,60 l/s ja maatiloille 0,67 l/s.

5.4.2.3 Suositukset jakelu- ja tonttijohtojen mitoittamisesta

Runkojohdoista haarautuvat vesijohtoverkoston jakelujohdot voidaan mitoittaa huippuntutikulutuksen tai pienissä jakelujärjestelmissä suurimman hetkellisen kulutuksen perusteella.

Kiinteistön ja jakeluverkon yhdistävä tonttijohto voitaneen edellä sanotun perusteella mitoittaa hetkellisen suurimman kulutuksen perusteella tai painehäviöt huomioonottaen samoin perustein kuin kiinteistön pohjajohto (kiinteistön alin, vesimittarin jälkeinen, ennen vedenlämmittintä oleva vedenjakelujohto). Mitoittaminen virtaamalla 0,6-1,0 l/s antaa yleensä riittävän tuloksen huoneistojen, 1-perheen talojen ja vastaavien, sekä myös yleensä maatilojen tonttijohtoja mitoittaessa. Mitoitus voidaan myös tehdä kiinteistön vesipisteiden virtaamien perusteella käyttäen virtausnopeutta 1 m/s.

5.4.3 Minimiputkikoko

Vesijohtoputket mitoitetaan kulloisenkin mitoitusvirtaaman perusteella. Käytännössä eri johto-osuuksille käytetään kuitenkin tiettyjä vähimmäiskokoja. Tonttijohtojen minimikokona käytetään yhden perheen talouksille yleensä kokoa M 40. Tällöin virtaamalla 0,6 l/s painehäviö on n. 0,22 kPa/m (0,022 mvp/m). Suuremmille kuluttajille kokoa kasvatetaan tarkemman mitoituksen ja tarpeen mukaan ylöspäin. Syöttöjohdot ja runkojohdot mitoitetaan virtaaman mukaan, mutta käytännössä putkien minimikokona käytetään yleisimmin M 110, haja-asutusalueilla joskus myös M 63. Jakelujohdoille käytettävä minimikoko on käytännössä yleensä M 63.

5.4.4 Vesijohtoverkoston painetasot ja painevaatimukset

5.4.4.1 Painetasotarkastelu

Vedenjakelujärjestelmää suunniteltaessa on tehtävä verkoston painetasotarkastelu. Siinä selvitetään painetason vaihtelu verkoston eri osissa ja esitetään kussakin jakelualueen osassa alin normaalisti esiintyvä ja myös ylin painetaso. Painetasosuunnitelma on paitsi vedenjakelujärjestelmän suunnittelun perusta, myös pohjana kiinteistöjen vesilaitteistojen suunnittelulle. Jakelualueella vallitseva painetaso määräytyy veden käytön suuruuden, virtaus- ja maasto-olosuhteiden, pumppaamojen sijainnin ja pumppaustehojen sekä säiliöiden vedenkorkeuksien perusteella. Painetasoa määritettäessä tulee ottaa huomioon kiinteistöjen asettamat painevaatimukset ja vesilaitoksen teknillistaloudelliset mahdollisuudet. Lisäksi on otettava huomioon palontorjunnan asettamat painevaatimukset, mikäli sammutusvettä on suunniteltu otettavaksi vedenjakeluverkostosta. (Suomen Kaupunkiliitto 1979)

Vesilaitoksen tulee pyydettäessä ilmoittaa tonttivesijohdon liittymiskohdassa esiintyvän alimman normaalipaineen arvot kiinteistöille. Alin normaalipaine on paine, jota ei aliteta kuin satunnaisesti vuoden aikana. (Suomen Kaupunkiliitto 1979)

5.4.4.2 Painevaatimukset vesijohtoverkostossa

Veden virratessa vedenottamolta kuluttajille tapahtuu painehäviöitä paitsi vesijohtoverkostossa, myös tontti- eli talojohdoissa, talojen jakojohdoissa eli talojen sisäisissä vedenjakelujohdoissa, vesimittarissa, vedenlämmittimessä sekä vesikalusteissa ja niiden kytkentäjohdoissa. Pääperiaatteena vesijohtoverkoston paineen määrittämisessä voidaan pitää, että sen tulee olla kaikissa vedenkäyttötilanteissa sopiva kaikille yleisille vedenkäyttölaitteille.

Suurin vesijohtoverkostossa sallittava paine riippuu vesijohtoverkostossa käytettyjen putkien paineluokasta. Yleensä käytetty paineluokka on PN 10, jonka suurin sallittu paine on 1000 kPa (n. 10 bar eli n. 100 mvp). Maaseudulla käytetään usein myös paineluokan PN 6 putkea (600 kPa eli n. 60 mvp eli n. 6 bar). Usein verkostot on pyritty mitoittamaan 300-500 kPa eli 30 -50 mvp paineeseen (Suomen Kunnallisliitto ja Vesi- huoltoliitto 1985). Korkeiden, yli 700 kPa eli 70 mvp paineiden käyttö ei ole suotavaa johtojen ja laitteiden paineenkeston ja kiinteistön äänihaittojen takia. Tällaisia suuria paineita käytettäessä tapahtuu myös vuotovesien määrän kasvua ja venttiilien tiivistysten kulumista.

Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D1 (Ympäristöministeriö 1987) on määrätty, että kiinteistön vesilaitteisto on mitoittettava suunnittelupaineelle, joka on vähintään suurimman esiintyvän käyttöpaineen suuruinen, kuitenkin vähintään 1000 kPa (n. 10 bar eli n. 100 mvp). Kiinteistön vesilaitteisto mitoitetetaan joko ns. laskennallisella tai taulukkomitoituksella (Ympäristöministeriö 1987). Laskennallista mitoitusta käytettäessä on paineen oltava vesimittarin kohdalla ≤ 700 kPa, taulukkomitoitusta käytettäessä on paineen tarkasteltavassa kiinteistön jakojohdon kohdassa oltava ≤ 500 kPa. Vesilaitteisto mitoitetetaan paineolosuhteista riippuen ensisijaisesti niin, että vesikalusteista saadaan rakentamismääräyskokoelmassa annetut ns. normivirtaamat (liite 2).

Normaalisti talouksissa käytettävät kalusteet vaativat painetta n. 160 kPa (normaalihana). Normaalit suihkut vaativat painetta yleensä 130-160 kPa, tavalliset painonappisuihkut n. 200 kPa. Vesikalusteista suurimpia paineita vaativat astioiden huuhteluun käytettävät pikapesimillä varustetut keittiöhanat, 300 kPa. Eräät ammeen normivirtaamalla eli ammeen nopeaa täyttymistä varten tarkoitettulla virtaamalla mitoitetut suihkuhanojen juoksuputket vaativat painetta 290-340 kPa. Suurin vesimittarille mitoitusvirtaamalla sallittava painehäviö on 40 kPa. Mikäli kiinteistön vesilaitteistoon liitetään pikapaloposti, on johtojen mitoituksessa varattava sille vähimmäispaine 200 kPa ja liitteessä 2 esitetyt mitoitusvirtaamat.

Maatalouksissa käytetyt eläinten juomakupit toimivat yleisimmin 100-400 kPa:n painealueella. Yleensä maataloudessa käytetyt karjan juomakupit ja pesulaitteet eivät vaadi suurempia paineita kuin normaalit kiinteistöjen vesikalusteet.

Aiemmissa ohjeissa on tonttijohdot esitetty mitoittavaksi enintään 10 kPa painehäviölle (Suomen Kunnallistekninen Yhdistys 1987, Suomen Kaupunkiliitto 1979). Tonttijohdon painehäviö riippuu mitoitusvirtaamasta, käytetystä johtokoosta, johtomateriaalista ja johdon pituudesta.

Suomen Kunnallisteknisen Yhdistyksen (1987) RVV-käsikirjassa on esitetty laskukaava kytkentäjohtojen ja vesikalusteen virtausvastuksiin käytettävissä olevalle paineelle. Kaavan avulla voidaan myös laskea kiinteistöjen vesikalusteiden kannalta tarvittava alin normaalipaine jakelujohdon ja tonttijohdon liitoskohdassa:

$$P_0 = P_n + \Delta HK_n + (\Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_{VL} + \Delta p_{3...n}),$$

- missä P_0 = alin normaalipaine jakelujohdon ja tonttijohdon liitoskohdassa (mvp),
 P_n = kytkentäjohtojen ja vesikalusteen virtausvastuksiin käytettävissä oleva, alin normaalipaine (mvp),
 ΔHK_n = tonttivesijohdon ja vesikalusteen K_n korkeusero (m),
 Δp_1 = tonttivesijohdon painehäviö (mvp),
 Δp_2 = vesimittarin painehäviö (mvp),
 Δp_{VL} = vedenlämmittimen painehäviö (mvp),
 $\Delta p_{3...n}$ = jakojohdo-osien painehäviöt (mvp).

Edellä olevassa kaavassa tarvittava P_n :n arvo on pahimmillaan käytetyistä kalusteista ja kytkentäjohtojen riippuen (suihku- tai ammemitoitukselle) n. 240-350 kPa (24-35 mvp). Tonttivesijohdon painehäviö määritetään mitoitusvirtaaman ja putkikoon perusteella, esimerkiksi 0,6 l/s virtaamalla M 40 putkelle se on n. 0,22 kPa/m (0,022 mvp/m) ja 1,0 l/s virtaamalla n. 0,5 kPa/m (0,05 mvp/m). Tyypilliselle noin 40 m pituiselle tonttijohdolle häviö on tällöin 8,8-20 kPa. Vesimittarin enimmäispainehäviö on 40 kPa (4 mvp). Vedenlämmittimen painehäviö on lämmittimen tyyppistä riippuen enintään 25-100 kPa (2,5-10 mvp). Usein käytännön laskelmissa vedenlämmittimen painehäviölle käytetään arvoa 50 kPa, mikäli lämmittimen todellinen tyyppi ja painehäviö ei ole tiedossa. Jakojohdo-osien painehäviöt määritellään käytetyn putken koon, tyyppin ja pituuden perusteella. Niille käytetään usein karkeana arviona 5-10 kPa/m, rivi- ja kerrostaloille esim. 5 kPa/m ja pientaloille esim. 7 kPa/m. Yksikerroksisissa pientaloissa jakojohdo-osuuksien pituus on melko vähäinen.

LVI-suunnittelijat ovat arvioineet vesimittarin jälkeen tarvittavan vähimmäispaineen olevan pientaloissa n. 300-350 kPa, minimissäänkin n. 240-250 kPa, ja nelikerroksille taloille n. 400-500 kPa. Suositeltavat alimmat paineet tonttijohdon ja jakelujohdon yhtymäkohdassa olisivat pientalolle tonttijohdon ja vesimittarin painehäviöstä riippuen siten n. 400-500 kPa ja alimmillaan n. 300 kPa.

Vesijohtokalusteiden tuotekehittelyssä olisi tulevaisuudessa syytä kiinnittää enemmän huomiota kalusteiden vaatimaan paineeseen pelkän vedenkulutuksen ohella. Haja-asutusalueilla jouduttaneen usein luopumaan ylimpiä paineita vaativien vesikalusteiden käytöstä.

5.4.4.3 Suositukset vesijohtoverkoston painetasoista ja painevaatimuksista

Vedenjakeluverkostoa suunniteltaessa on tehtävä verkoston painetasotarkastelu, jossa selvitetään painetason vaihtelu verkoston eri osissa ja esitetään kussakin jakelualueen osassa alin normaalisti esiintyvä sekä ylin painetaso. Vesilaitoksen tulee pyydettäessä ilmoittaa tonttivesijohdon liittymiskohdassa esiintyvän alimman normaalipaineen arvot kiinteistöille. Alin normaalipaine on paine, jota ei aliteta kuin satunnaisesti vuoden aikana.

Vedenjakelujärjestelmän suunnittelun pääperiaate on, että käyttöpisteissä on oltava riittävä paine kaikille yleisille vedenkäyttölaitteille. Mikäli paine käyttöpisteessä on 300-350 kPa, on se riittävä likimain kaikille erilaisille kotitalouksissa käytettäville laitteille. Käyttöpisteessä suositeltava vähimmäispaine yleisimmillä vesikalusteilla on n. 160-200 kPa, ja alimmillaan n. 160 kPa. Vesimittarin jälkeen käytössä olevan paineen suositeltava vähimmäisarvo olisi pientaloilla tällöin n. 300-350 kPa, alimmillaan n. 240-250 kPa. Tonttijohdosta ja vesimittarista riippuen olisi paineen pientaloalueilla oltava tontti- ja jakelujohdon liittymäkohdassa tällöin n. 400-500 kPa, alimmillaan n. 300 kPa. Tällöin tonttijohdon painehäviöksi on oletettu 20 kPa ja vesimittarin painehäviöksi 40 kPa.

5.5 Vedenottamot ja -käsittelylaitokset

Vedenottamoiden pumpput mitoitetaan kaivojen antoisuuden perusteella. Mikäli yhden ottamon tuotto riittää tyydyttämään vedentarpeen, mitoitetaan ottamon tuotto suurimman vuorokausikulutuksen perusteella, jos verkostossa on säiliötilaa. Ottamot ja vedenkäsittelylaitokset voidaan mitoittaa tasaiselle tuotolle $Q_{dmax}/16-20-24$ h säiliötilavuudesta riippuen. Mikäli säiliötilavuutta ei ole, on ottamon tuotto mitoitettava huippu-tuntikulutuksen tai suurimman hetkellisen kulutuksen perusteella. Kaivojen mitoituksessa voidaan käyttää varmuuskertoimelle esim. arvoa 1,4.

Vedenkäsittelylaitoksiin rakennetaan yleensä säiliötilavuutta, jonka avulla voidaan verkostoon syötettävä vesimäärä pitää halutulla tasolla käsittelyprosessin tuotosta riippumatta. Kun vedenkäsittelyyn kuuluu suodatus, on laitokselle varattava puhdasvesitilaa vähintään suodatinhuuhtelujen edellyttämä määrä. Vedenkäsittelylaitokset mitoitetaan prosessista riippuen. Eri käsittelyprosesseista tuoton vaihtelua sallivat mm. alkalointiprosessi lipeällä ja ioninvaihtolaitokset. Painesuodatuksessa ovat laatuvahtelut todennäköisiä, jos tuotto vaihtelee. Muut menetelmät vaativat käsittelylaitoksen tasaisen käynnin, minkä takia vesilaitoksilla tarvitaan alasäiliötilaa.

Vesi on käsiteltävä niin, että se täyttää talousvedelle asetettavat laatuvaatimukset. Näistä on määrätty sosiaali- ja terveysministeriön päätöksissä n:o 74/1994 ja 953/1994 (liitteet 3 ja 4).

5.6 Pumppaamot

Vedenjakelujärjestelmän syöttö- ja paineenkorotuspumppaamot mitoitetaan samoin kuin syöttö- ja runkojohdotkin verkoston säiliötilavuudesta riippuen. Mikäli käytettävissä ei ole lainkaan, tai vain alasäiliötilavuutta ko. pumppaamon yhteydessä, on paineenkorotus- ja syöttöpumppaamot mitoitettava huipputunti- tai hetkellisen kulutuksen perusteella.

Pumppuaseman täytyy toimia suunnitellulla teholla, vaikka yksi pumppu olisikin poissa käytöstä. Tällöin pumppuja olisi oltava vähintään kaksi, jolloin kumpikin olisi mitoitettava pumppaamon mitoitustuotolle. Tällöin kuitenkin pumpun hyötysuhde on useimmiten huono, koska joudutaan valitsemaan keskimääräiseen kulutukseen nähden melko suuri pumppu. Yleensä kannattaakin käyttää useampia pumppuja, jolloin ne voivat olla eritehoisia. Käytännössä hyvä ratkaisu on käyttää kolmea pumppua, joista (ainakin) yhdessä tulisi olla kierrosluvun säätö. Tällöin yhdellä pumpulla voidaan pumpata normaalkulutuksen aikainen virtaama ja kahdella huippukulutuksen aikainen virtaama kolmannen toimiessa varapumppuna. Pumppujen ohjausta käsitellään kappaleessa 5.7.3 Pumppujen ohjaus ja verkoston paineen säätö.

5.7 Vesilaitoksen valvonta ja ohjaus

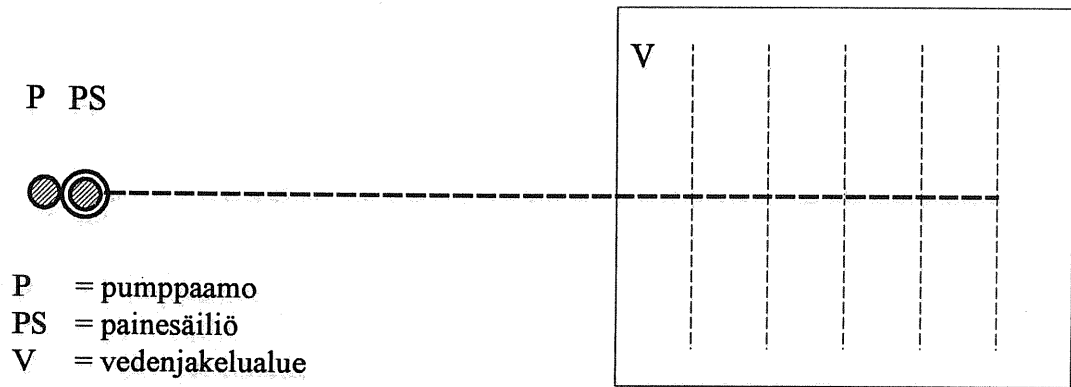
5.7.1 Ohjauksen perustapaukset

Vesilaitosten pumppauksen ohjauksessa voidaan erottaa kolme perustapausta (kuvat 10-12):

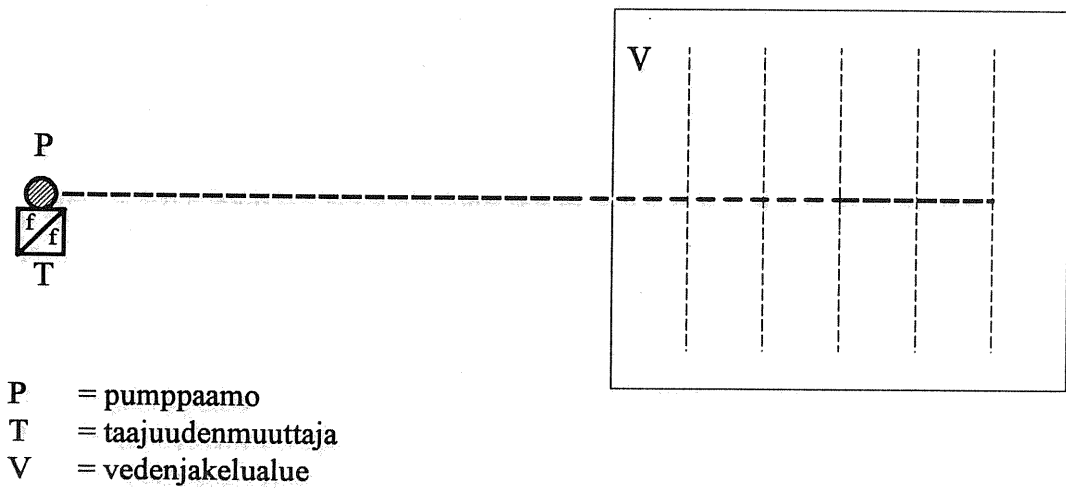
1. Ohjaaminen painesäiliön avulla; pumput käyvät ajoittain ja verkostopaine vaihtelee.
2. Ohjaaminen ja verkostopaineen ylläpito taajuusmuuttajakäyttöisten, kierroslukusäätöisten pumppujen avulla. Tähän voi myös liittyä mm. ns. virtauskompensoitu paineensäätö automaation avulla ja/tai ohjaaminen vuorokaudenajan mukaan.
3. Ohjaaminen taajuusmuuttajakäyttöisten pumppujen avulla ja yläsäiliön pinnankorkeuden mukaan. Tähän voi myös liittyä mm. ohjaaminen vuorokaudenajan mukaan ja/tai virtauskompensoitu paineensäätö automaation avulla.

Virtauskompensoidulla paineensäädöllä eli ns. aktiivisella virtauskompensaatiolla tarkoitetaan virtauksen huomioivaa paineensäätöä, jossa kasvavan virtauksen aiheuttamat painehäviöt putkistossa kompensoidaan käyttämällä korkeampaa painetta. Tällöin suurten virtaamien aikaan verkoston painetta nostamalla saadaan pidettyä vedenpaineen vaihtelut verkoston reuna-alueilla sallituissa rajoissa.

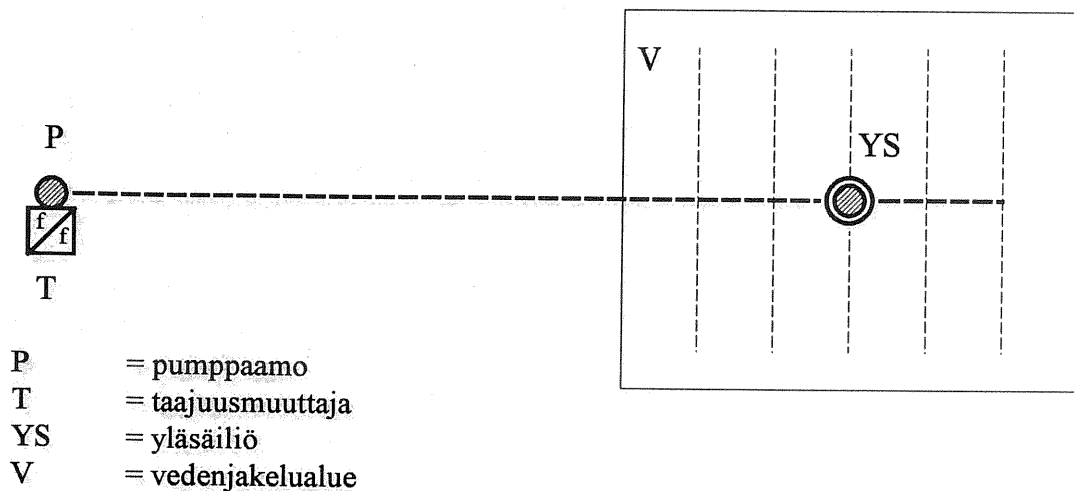
Vesilaitoksilla käytetyn ohjauksen perustyyppi vaihtelee tapauskohtaisesti ja olosuhteista riippuen. Yleensä painesäiliöjärjestelmää (tapaus 1, kuva 10) käytetään vain pienillä, korkeintaan 10 talouden laitoksilla. Nykyään sen on useimmiten syrjäyttänyt tapauksen 2 (kuva 11) kuvaama taajuusmuuttajaohjattu pumppaus myös melko pienillä laitoksilla.



Kuva 10. Periaatepiirros tilanteesta, jossa pumppausta ohjataan painesäiliön avulla.



Kuva 11. Periaatepiirros tilanteesta, jossa pumppausta ohjataan taajuusmuuttajakäyttöisellä, kierroslukusäätöisellä pumpulla ja siihen liittyvällä automatiikalla.



Kuva 12. Periaatepiirros tilanteesta, jossa vesilaitosta ohjataan taajuusmuuttajakäyttöisellä pumpulla, automatiikalla, yläsäiliön pinnankorkeuden avulla ja vuorokauden ajan mukaan.

Taajuusmuuttajan yhteydessä käytettävillä ohjelmoitavilla logiikoilla voidaan toteuttaa verkostopaineen avulla ohjauksen lisäksi mm. ns. virtauskompensoitua säätöä ja ohjaaminen vuorokauden ajan mukaan. Yleisimmin käytettyjä ovat tapauksien 2-3 (kuvat 11-12) esittämät ohjaustavat. Tapaukseen 2 voi tarvittaessa liittyä myös välisäiliö (alasäiliö), jonka pumppaus hoidetaan myös taajuusmuuttajakäyttöisenä. Laitoksen laajetessa sen ohjaustapa voi muuttua.

Pienillä laitoksilla automaatio-ohjauksen ja kaukovalvonnan tarjoamia eri mahdollisuuksia voidaan toteuttaa tarpeiden ja resurssien puitteissa vaihteittain. Yleensä pienillä laitoksilla käytetään paikallisia, pumppaamo- ja laitostason automaatoratkaisuja. Lomakeskusten suuremmilla vesilaitoksilla automaation käyttö lienee yleisempää kuin pienillä laitoksilla.

Seuraavissa kappaleissa on tarkasteltu pienten vesilaitosten automaatio-ohjauksen ja sen kehittämisen tarvetta myös vesilaitosten mahdollisen laajentamisen ja toisiin, mahdollisesti suurempiin laitoksiin yhdistämisen kannalta. Tässä esitettyjä ratkaisuja tulee soveltaa kunkin laitoksen koon, ohjaustarpeen ja resurssien puitteissa, tarvittaessa vaihteittain, siten että myös mahdollinen laajeneminen otetaan huomioon ratkaisuja valittaessa. Tässä yhteydessä on lisäksi käsitelty yleisesti valvonnan ja ohjauksen tarjoamia mahdollisuuksia ja toteuttamistapoja.

Vesilaitosten ohjausta ja automaatiikkaa koskevaa tietoa on saatu kirjallisuuden lisäksi haastattelemalla alan suunnittelijoita.

5.7.2 Vesilaitoksen ohjauksen tarve ja sen kehittäminen pienillä laitoksilla

Vesilaitoksen tyyppi yhdessä laitoksen koon kanssa määrää ohjaus- ja valvontatarpeet. Varsinkin yhden vedenottamon ja yhden ylävesisäiliön käsittävillä vesilaitoksilla ohjataan veden pumppausta vielä usein säiliöiden pinnankorkeusmittausten perusteella. Alavesisäiliölaitosten erityisongelmia ovat pumppauksen varmistaminen ja jakeluverkon paineen säätö. (Suomen Kaupunkiliitto 1983)

Valtakunnallisesti on pienillä vesilaitoksilla käytettävä ohjaus nykyään vielä vähäistä. Se rajoittuu usein taajuusmuuttajakäyttöisten pumppujen käyttöön ilman varsinaista automaatio-ohjausta. Pienillä laitoksilla voidaan kuitenkin käyttää paikallistason automaatiikkaa ilman kauko-ohjausta. Tällöin kyseeseen tulee usein verkstopumppujen paineohjaus säätämällä niiden tuottoa taajuusmuuttajan, ohjauslogiikan ja painelähtetimen avulla. Vesilaitoksen ohjaustapaa ja käytettyjä laitteita valittaessa on hyvä ottaa huomioon vedenjakelujärjestelmän mahdollinen laajentaminen tai yhdistäminen toisiin jakeluverkkoihin. Tällöin on harkittava hankittavien ohjaus- ja valvontajärjestelmien käyttötarvetta, tasoa ja kustannuksia. Valvonta- ja ohjausjärjestelmän hankkiminen voidaan jo taloudellisista syistä tehdä asteittain. Paikallistason automaatio-ohjaus voidaan toteuttaa siten, että se on myöhemmin haluttaessa yhdistettävissä myös kauko-ohjausjärjestelmiin.

Mahdollisten valvomoiden rakennus- ja käyttökustannukset ovat merkittävä kustannustekijä. Varsinainen kaukovalvonta valvomoinen tuleeikin pienehköillä laitoksilla kysymykseen lähinnä silloin, kun se on mahdollista järjestää yhteistyössä muiden vesilaitosten tai esimerkiksi kunnan useiden eri toimintojen tai hallinnonalojen kanssa. Tällöin hälytykset voidaan siirtää paikkaan, jossa on päivystys (esimerkiksi yleinen hälytyskes-

kus tai palolaitos) ja josta voidaan edelleen tavoittaa huoltohenkilökuntaa. Yksinkertaisimmillaan voi valvontalogiikka ottaa yhteyttä päivystäjän kaukohakulaitteeseen tai puhelimeen antaen hälytyksen.

Automatiikkaohjausta voidaan käyttää mm. vedenkäsittelylaitosten ja vedenottamoiden, pumppaamoiden, moottoriventtiilien ja vesisäiliöiden ohjauksessa. Järjestelmät toteutetaan nykyisin usein toimivaksi ohjelmoitavalla logiikalla ja ohjauspäätteellä (käyttäjälittyntä). Ohjauspäätteellä voidaan mm. suorittaa eri prosessinosien ohjaukset (käynnistykset, pysäytykset, säätöarvot), analogia- ja mittaus suureiden näytöt, virtaaman määrälaskennat, pumppujen käyttötuntilaskenta, hälytysten luenta ja kuittaus. Pienillä laitoksilla, joissa mahdollisia ohjattavia kohteita on vähän, ohjaus toteutetaan yleensä paikallisilla ohjelmoitavilla logiikoilla ilman kauko-ohjausta. Automaatio-ohjausjärjestelmät voidaan rakentaa sellaisiksi, että ne mahdollisimman pitkälle voivat itse korjata syntyneitä häiriötilanteita.

5.7.3 Pumppujen ohjaus ja verkoston paineen säätö

Nykyisin pumpput tehdään useimmiten kierroslukusäätöiseksi ja taajuusmuuttajakäyttöisiksi aiemmin yleisen painesäiliökäytön sijasta. Taajuusmuuttajan avulla pumppujen käynnistäminen saadaan pehmeäksi ja verkostoa vähemmän rasittavaksi. Taajuusmuuttajiin liitettävällä automatiikalla voidaan pitää verkoston paine halutulla tasolla. Painesäiliön käytön hyötynä hyvin pienillä laitoksilla on näin saatava pieni vesivarasto, kun muuta säiliötilavuutta ei ole olemassa. Painesäiliön pääasiallinen käyttötarkoitus on kuitenkin pumppujen käynnin jaksotus (Suomen Kaupunkiliitto 1982).

Verkostopumppuja voidaan ohjata paineohjauksella säätämällä pumpun tai pumppujen tuottoa taajuusmuuttajalla painelähtetimen ja ohjauslogiikan avulla. Tällöin ohjauspäätteeltä asetetaan haluttu painetaso, joka pidetään ohjauspäätteeltä asetelluissa rajoissa. Pumpuille voidaan asentaa ns. aktiivinen virtauskompensointi, jossa järjestelmä korottaa lähtöpainetta kompensoimaan kasvavan virtauksen aiheuttamaa painehäviötä putkistossa. Tällöin painetaso saadaan pysymään kulutusalueella mahdollisimman vakiona. Logiikan avulla voidaan ohjata useiden pumppujen käyntiä ja pysäyttää kulutuksen lopuessa kaikki pumpput. Logiikka voi myös tarkastella taajuusmuuttajan ja painelähtetimen kuntoa ja siirtyä tarpeen vaatiessa varakäyttöön (esim. virtaus/painerajaohjaus). Vesijohtoverkosto voi virtauskompensaation toimiessa esimerkiksi siirtyä käyttämään toista vedenottamoa vedensyötön häiriintyessä. Automatiikan avulla voidaan myös vaihtaa pumppua käytössä olleen rikkoutuessa.

On olemassa myös taajuusmuuttajia, jotka säätävät esimerkiksi verkoston painetta ilman ulkoista logiikkayksikköä sisäänrakennetun PI-prosessisäätäjän avulla (Asea Brown Boveri 1993). Niitä ohjataan pelkästään niiden omien ohjauspaneelien ja prosessisäätäjien avulla kytkemällä ne kiinni suoraan halutun oloarvon (paineen) mittausanturiin. Ne voidaan kuitenkin kytkeä myös ulkoisiin logiikkayksiköihin ja laajempiin kaukovalvonta- ja käyttöjärjestelmiin. Virtauskompensaation toteuttaminen edellyttää kuitenkin myös näillä vielä kytkemistä ulkoiseen logiikkaan.

5.7.4 Vesilaitosten valvonnan ja ohjauksen yleinen kehittyminen

Valvonta- ja ohjausjärjestelmällä tarkoitetaan ohjauksen ja käytönvalvonnan apuna tarvittavaa laitteistoa. Kaukovalvonnalla, laajemmassa merkityksessään, tarkoitetaan useiden toisistaan etäällä sijaitsevien kohteiden olosuhteiden, turvallisuuden ja teknisten laitteiden toimivuuden valvontaa, ohjausta ja säätöä. Suppeammassa merkityksessään sen katsotaan käsittävän pelkästään hälytystoiminnot ilman ohjaus- ja käyttötoimintoja. Aiemmin valtaosa kaukovalvontajärjestelmistä on ollut pelkkiä hälytysjärjestelmiä. (Suomen Kaupunkiliitto 1983, Suomen Kaupunkiliitto ja Suomen Kunnallisliitto 1987, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto 1994)

Automaatiikkaohjauksesta saatava hyöty kasvaa ohjattavien kohteiden lisääntyessä. Mitä enemmän on ohjattavia kohteita, ottamoita, pumppaamoja, säiliöitä, sitä enemmän hyötyä saadaan automatiikan mahdollistamasta koko verkoston ja sen kaikkien osien hallinnasta. Automaation avulla voidaan vedenjakelujärjestelmää ohjata ja valvoa kokonaisuutena niin, että se saadaan sekä toiminnallisesti että taloudellisesti toimimaan parhaalla mahdollisella tavalla. Automaation avulla voidaan kerätä ja käsitellä keskeisiä toimintatietoja niin, että toiminta saadaan mahdollisimman häiriöttömäksi ja väistämättömien toimintahäiriöiden aiheuttamat haitat ja koko toiminnan kustannukset voidaan minimoida (Suomen Kaupunkiliitto 1983).

Nykyaikaisilla automaatio- ja instrumentointiratkaisuilla voidaan vähentää rutiiniluontoisten tarkastuskäyntien tarvetta, siirtää häiriöilmoitukset nopeasti käyttöhenkilökunnalle ja mahdollistaa laitoksen eri osien, kuten esimerkiksi pumppaamoiden, venttiilien ja vedenottamoiden ohjaus ja kaukokäyttö. Laitoksen eri osien yhteistoiminta voidaan säätää kulloisenkin tilanteen kannalta tarkoituksenmukaisimmaksi. Esimerkiksi vedenoton ja vedensyötön jakautuminen määrällisesti ja ajallisesti eri ottamoiden, säiliöiden tai toisilta laitoksilta ostettavan veden kesken voidaan optimoida toiminnan ja talouden kannalta.

Automaatiojärjestelmien ja laitetekniikan, mikroprosessori- ja tietokonetekniikan, ohjelmoitavien logiikoiden ja taajuusmuuttajien, kehittyminen ja suhteellinen halpeneminen on lisännyt ohjauksen ja valvonnan eriasteista käyttöä kaiken kokoisilla laitoksilla. Pienillä laitoksilla käytetään yleensä paikallistason automaatiota. Säätö-, ohjaus- ja valvontatoiminnot sisältävä kaukovalvontajärjestelmä on pelkkien hälytysten osalta jo tällä hetkellä hinnallisesti kilpailukykyinen hälytysjärjestelmän kanssa. Järjestelmähankinnan yhteydessä kannattaakin jo yksistään em. syystä varautua kauko-ohjauksen järjestämiseen pelkän hälytysjärjestelmän sijasta, vaikka suunnittelun lähtökohtana olisikin ainoastaan valvonnan tarve. (Suomen Kaupunkiliitto 1983, Suomen Rakennusinsinööriiliitto 1994)

Mitä enemmän on ohjattavia kohteita, ottamoita, pumppaamoita, säiliöitä jne., sitä enemmän hyödytään siirtymisestä keskitettyyn ohjaukseen paikallisen ohjauksen sijasta. Hälytysten siirtoaste riippuu käytännössä valvomoiden olemassaolosta, niiden miehitysteestä ja tarvittavien päivystysten järjestämisestä ja niiden aiheuttamista kustannuksista. Automaatiojärjestelmät voidaan tehdä sellaisiksi, että ne useissa häiriötilanteissa voivat itse siirtyä käyttämään erilaisia varajärjestelmiä. Tällöin korjaustoimia voidaan siirtää tehtäväksi normaalina työaikana.

5.7.5 Kaukovalvontajärjestelmän yleinen rakenne ja tiedonsiirto

Kaukovalvontajärjestelmä voi muodostua pelkästä hälytysjärjestelmästä tai sisältää lisäksi säätö-, ohjaus- ja valvontatoiminnot. Kaukovalvontajärjestelmien perusrakenne on kuitenkin sama riippumatta siitä, minkä tasoisella järjestelmällä kaukovalvonta on toteutettu. Sen perusosat ovat valvomo tai useammat valvomot, ala-asemat, kenttäinstrumentointi ja tiedonsiirto. (Suomen Rakennusinsinööriliitto 1994)

Kaukovalvonnan käytävissä ovat pääsääntöisesti seuraavat tiedonsiirtotavat (Suomen Rakennusinsinööriliitto 1994):

- puhelinverkon normaali tilaajavalintainen yhteys,
- puhelinverkon kiinteästi kytketyt, vuokratut johtoparit,
- puhelinverkon monikäyttö,
- omat kaapelit tai
- radioteitse tapahtuva tiedonsiirto.

Puhelinverkon normaali tilaajavalintainen yhteys vaatii puhelinliittymän ja siinä yhteys otetaan vain tiedonsiirtotarpeen ilmetessä. Puhelinverkon kiinteästi kytketyt, vuokratut johtoparit, ns. kk-parit, muodostavat jatkuvan yhteyden valvomon ja valvottavan kohteen välille. Puhelinverkon monikäyttö vaatii puhelinliittymän, ja se perustuu puhelinverkkoon kiinteästi rakennettuun ns. ilmoituksensiirtojärjestelmään. (Suomen Rakennusinsinööriliitto 1994)

Radioteitse tapahtuva tiedonsiirto voidaan toteuttaa joko radiomodeemien tai radiolinkkijärjestelmien, joita käytetään suurten tietomäärien ollessa kyseessä. Radiomodeemiyhteydet voidaan toteuttaa joko 230 MHz:n tai 450 MHz:n modeemien. 450 MHz:n modeemeja voidaan käyttää kaksisuuntaiseen tiedonsiirtoon. 230 MHz:n modeemit on tarkoitettu yksisuuntaiseen tiedonsiirtoon, jolloin välitetään lähinnä hälytysviestit. Modeemiyhteys voidaan toteuttaa myös niillä kaksisuuntaisena asentamalla valvomoon ja valvottavaan kohteeseen sekä lähetin että vastaanotin. (Suomen Rakennusinsinööriliitto 1994)

5.7.6 Vesilaitosten valvonnalla ja ohjauksella hoidettavat toiminnot

Vesilaitosten valvonnan ja ohjauksen perustavoitteet ovat veden laadun turvaaminen, toimintavarmuuden lisääminen ja toiminnan taloudellisuuden parantaminen. Tällöin tulevat kysymykseen mm. seuraavat mahdollisuudet ja niihin liittyvät automaatiojärjestelmän avulla hoidettavat toiminnot: vedenottamoiden, käsittelylaitosten, pumppaamoiden, vesijohtoverkon ja säiliöiden valvonta, vedenottamoiden ja pumppaamoiden ohjaus, vesilaitoksen toiminnan ja toiminnan taloudellisuuden optimointi, poikkeustilanteiden (mm. putkirikkojen) automaatiolla tapahtuva hallinta ja paikallistaminen, verkoston vedenjohtokyvyn tarkkailu, vedenjakeluverkoston toimintakunnon seuranta sekä raportointi. (Suomen Kaupunkiliitto 1983)

Edellä lueteltuihin toimintoihin liittyviä käytännön tehtäviä ovat mm. vedentuotannon ja -jakelun hälytysseuranta, laitosten murtohälytykset, prosessi- ja automaatiolaitteiden vikojen hälytykset sekä tiedonsiirto- ja ohjelmistovikojen hälytykset. Edelleen automaatiojärjestelmien avulla voidaan seurata raakavesikaivojen pintaa, valvoa veden laatua, tarkkailla ja säätää paineoloja (esim. jakeluverkoston virtauskompensoitu paineen-

säätö) sekä säätää vedentuotantoa ja -varastomääriä vuorokausirytmien mukaisesti ja energiakustannukset huomioon ottaen. Automaation avulla voidaan myös laatia tuotanto- ja vedenjakeluraportteja.

Edellä luetelluista tehtävistä osa on hoidettavissa paikallistason automatiikalla, osa vaatii kauko-ohjausta ja -valvontaa.

5.8 Energian saanti

Laitoksilla, joilla ei ole ylävesisäiliötilavuutta, vedenjakelu häiriintyy välittömästi sähkökatkosten aikana. Jakelun katkeamisesta aiheutuvat häiriöt esim. sairaaloille tai joillekin teollisuudenhaaroille, kuten elintarviketeollisuudelle, saattavat olla suuria. Vedenjakelu on turvattava myös sähkökatkosten aikana, mikäli vesilaitoksen alueella on tällaisia kuluttajia sekä erityisesti ns. kriisiajan vesilaitoksilla.

Sähkönjakelun aiheuttamiin vedenjakeluongelmiin voidaan vesilaitoksen omin toimenpitein varautua rakentamalla yläsäiliötilavuutta tai käyttämällä varavoimalaitteita ja laitoksia. Sähkönsaanti voidaan turvata käyttämällä joko kiinteitä tai siirrettäviä varavoimalaitteita. Pienillä vesilaitoksilla varavoimakoneiden käyttö on kuitenkin harvinaista.

Erilaisiin häiriötilanteisiin tulee varautua laajemminkin valmiussuunnittelun avulla. Valmiussuunnitelmassa harkitaan etukäteen toimenpiteet, jotka toteutetaan erilaisissa poikkeustilanteissa, esim. pohjavesikaivojen saastuessa käyttökelvottomiksi. Valmiussuunnitelmia tehdään paitsi valmiuslaissa (n:o 1080, 22.7.1991) esitettyihin poikkeustilanteisiin, joita ovat mm. suuronnettomuudet, sotatila jne. varautumiseksi, myös normaaliolojen eriaisteisten toimintahäiriöihin varalta. Laadittavien valmiussuunnitelmien tulee käsitellä paitsi vesihuollon järjestämistä myös tarvittavan energian saantia. Tulevaisuudessa tullaan todennäköisesti varautumaan myös yleisen sähkönjakelun turvaamiseen ja varmistamiseen erilaisten häiriö- ja poikkeustilanteiden varalta.

KIRJALLISUUS

- Asea Brown Boveri. 1993. Taajuusmuuttajat 2,2-315 kW:n oikosulkumoottoreiden pyörimisnopeuden ohjaukseen. Tekniset tiedot. Sami GS, ACS 500 -sarja. ABB Drives. Esite. 15 s.
- Danfoss. 1985. Tietämisen arvoista asiaa taajuudenmuuttajista. Tanska. Danfoss Litho. 101 s.
- Döring H. 1986. Wasserbedarf und Spitzendeckung im ländlichen Raum. Gas/Wasser/Wärme 40(1986)11. s. 332-338.
- Gustaver, B. 1980. Vattenförbrukning. En undersökning av vattenförbrukning i stugbyar, turisthotell och fritidsbebyggelse 1976 och 1979. Östersund. Länsstyrelsen i Jämtlands län. 4 s. Länsstyrelsen informerar, Planeringsavdelningen serie B nr 1 Jan 1980.
- Haraldsen, S. 1986. Mengde og sammensetning avløpsvann fra turistbedrifter. September 1986. Norske Sivilingeniørers Forening. 11 s. Avløpsløsninger for turistbedrifter, Geilo, 17.-19.
- Humberset, P. O. 1981. Vannmengdemålinger ved turistbedrift. Blindern. 34 s. NTNFs Utvalg for drift av renseanlegg.
- Insinööritoimisto Kaiko Oy. 1988. Vesikirja. Helsinki. Insinööritoimisto Kaiko Oy. 5. painos. 352 s. ISBN 951-99889-0-4.
- Liimatainen, J., Virta, M. 1976. Vedenkulutuksen vaihtelut. Helsinki. 59 s. Yhdyskuntien vesi- ja ympäristöprojekti. YVY-tutkimus 2. Suomen Kaupunkiliitto. ISBN 951-9250-51-4.
- Marell, E., Carlsson, T. 1977. Vattenförbrukning. En undersökning av vattenförbrukning i stugbyar, turisthotell och fritidsbebyggelse. Östersund. Länsstyrelsen i Jämtlands län. 4 s. Länsstyrelsen informerar, Planeringsavdelningen serie B nr 3 Mars 1977.
- Mettälä J. 1992. Vesijohtoveden ja siihen liittyvän sähköenergian säästäminen ja niiden käytön tasaaminen. Oulu. Diplomityö. 71 s.
- Nieminen, M. J. 1994. Haja-asutuksen vedenkulutus ja sen vaihtelut. Oulu. Diplomityö. 43 s.
- Nieminen, M. J., Lakso, E. 1994. Haja-asutuksen vedenkulutus ja sen vaihtelut. Helsinki. ss. 75-115. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 540. Osa II. ISBN 951-47-8245-3. ISSN 0783-3288.
- Nikell L. 1994. Vattenförbrukningens dygnsvariation. Stocholm. Svenska vatten- och avloppsverksföreningen, VAV. VA-FORSK. 17 s, 3 bil (36 s). Rapport nr 1994-05. ISBN 91-88392-78-3. ISSN 1102-5638.
- Ojanperä, A. 1993. Talvilomakeskuksen vedenkulutus ja sen vaihtelu. Oulu. Diplomityö. 140 s.
- Ojanperä, A., Lakso, E. 1994. Talvilomakeskusten vedenkulutus ja sen vaihtelu. Helsinki. ss. 3-72. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 540. Osa I. ISBN 951-47-8245-3. ISSN 0783-3288.

- Saviranta L., Vikman H. 1990. Suomen vesihuollon suuntaviivat. Helsinki. 75 s. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja - sarja B, 5. ISBN 951-47-3730-X. ISSN 0786-9606.
- Sorva, I., Lakso, E. 1992. Vedenkulutus eri tyyppisissä kiinteistöissä. Helsinki. 55 s. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 401. ISBN 951-47-5605-3. ISSN 0783-3288.
- Suomen Kaupunkiliitto. 1979. Vesijohtojen ja viemäreiden suunnittelu. Helsinki. 316 s. Kaupunkiliiton julkaisu B 63. ISBN 951-759-4.
- Suomen Kaupunkiliitto. 1979 (2). Vedenjakelujärjestelmän paineenkorotuspumppaamot. Helsinki. 79 s. Kaupunkiliiton julkaisu B 64. ISBN 951-759-082-2.
- Suomen Kaupunkiliitto. 1983. Vesi- ja viemärlaitosten valvonta- ja ohjausjärjestelmät. Osat I ja II. Osa I, Laitetekniikka. 80 s. Osa II, Vesilaitoksen valvonta ja ohjaus. 73 s. Kaupunkiliiton julkaisu B 189. ISBN 951-759-220-5. ISSN 0357-6086.
- Suomen Kaupunkiliitto. 1982. Vesisäiliöt. 96 s. Kaupunkiliiton julkaisu B 66. ISBN 951-759-080-6. ISSN 0357-6086.
- Suomen Kaupunkiliitto, Suomen Kunnallisliitto. 1987. Kaukovalvonnan käyttö kunnissa. 112 s. Helsinki. Suomen Kaupunkiliiton julkaisu nro 399. Suomen Kunnallisliiton tekninen julkaisusarja n:o 58.
-
- Suomen Kunnallisliitto, Vesihuoltoliitto. 1985. Haja-asutusalueiden vesihuollon suunnittelu ja toteuttaminen. Vantaa. 112 s. Suomen Kunnallisliiton tekninen julkaisusarja n:o 23. ISSN 0359-0038. Vesihuoltoliiton julkaisu n:o 41.
- Suomen Kunnallisteknillinen Yhdistys. 1987. Rakennusten vesijohdot ja viemärit. RVV-käsikirja. 484 s. Suomen Kunnallisteknillisen Yhdistyksen julkaisuja n:o 7.
- Suomen Rakennusinsinöörien liitto. 1981. Kajosaari E. Vesihuolto. RIL 124. Helsinki. 456 s. ISBN 951-758-021-5.
- Suomen Rakennusinsinöörien liitto. RIL r.y. 1988. Vesihuoltoautomaation esi- ja systeemisuunnittelu. RIL 176-1988. Vammala. 63 s. ISBN 951-758-187-4. ISSN 0356-9403.
- Suomen Rakennusinsinöörien liitto. RIL r.y. 1994. Viemärivereden pumppaamoiden suunnittelu- ja hankintaohje. RIL 102-1994. Hanko. 157 s. ISBN 951-758-319-2. ISSN 0356-9403.
- Svenska Vatten- och Avloppsverksföreningen. 1979. Allmänna vattenledningsnät. Anvisningar för utformning och beräkning. Stockholm. 128 s. VAV publikation P38. ISSN 0347-1799.
- Vehkaoja, H. M. 1970. Maatilojen vedenkulutuksesta ja vedenkulutuksen vaihteluista pienillä vesilaitoksilla. Helsinki. Diplomityö. Teknillinen Korkeakoulu. 83 s.
- Vesihallitus, Suomen Kaupunkiliitto, Suomen Kunnallisliitto. 1981. Vedenkulutusennusteen laatiminen. Helsinki. 75 s. Vesihallituksen monistesarja n:o 64.

Vesihallitus. 1982. Yhden kiinteistön tai pienehkön yhtymän vesihuoltosuunnitelman laadintaohjeet. Helsinki. 10 s. VH 39.02.

Vesi- ja ympäristöhallitus. 1991. Maaseutu- ja rantarakentamisen vesihuollon suunnittelu osayleiskaavoituksessa. Helsinki. 49 s. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 342. ISBN 951-47-4705-4. ISSN 0783-3288.

Vesi- ja ympäristöhallitus. Kuntatoimisto. 1994. Vesihuoltolaitokset 1993. Helsinki. 16 s. ISBN 951-47-9721-3.

Ympäristöministeriö. 1987. Suomen rakentamismääräyskokoelma. D 1. Kiinteistöjen vesi- ja viemärilaitteistot. Määräykset ja ohjeet. Helsinki. 39 s. RT-kortisto. RT RakMK-20728.

Øren, Kj., Ofte, J. 1983. Vassforbruk/avløpsvassmengder ved 3 hotell og en vegkro. Vann, årg 18, nr.4, s. 435 - 441.

SUULLISET JA KIRJALLISET TIEDONANNOT 1993-1994

Huuki Timo. SLATEK Oy, Oulu.

Kangasluoma Jouko. Suunnittelukeskus, Seinäjoki.

Karhu Arvo. Maa ja Vesi Oy, Lapua.

Kukko Rainer. Alfa-Laval Agri, Helsinki.

Leppäniemi Markku. Vesi-Hydro Oy, Seinäjoki.

Niinimaa Heikki. Suunnittelukeskus, Oulu.

Niskala Mikko. VTT, Rakennustekniikan tutkimusyksikkö, Oulu.

Norrback Kalevi. Rakennusmestari, Kuusamo.

Paananen Pekka. Maa ja Vesi Oy, Jyväskylä.

Pellikka Kari. PSV Oy, Oulu.

Pietarila Päävo. Maa ja Vesi Oy, Oulu.

Pöllä Hannu. Savon Ympäristösuunnittelu.

Seppänen Kauko. Insinööritoimisto Ylitalo Oy, Oulu.

Vilmi Jouko. Insinööritoimisto Vilmi Oy, Oulu.

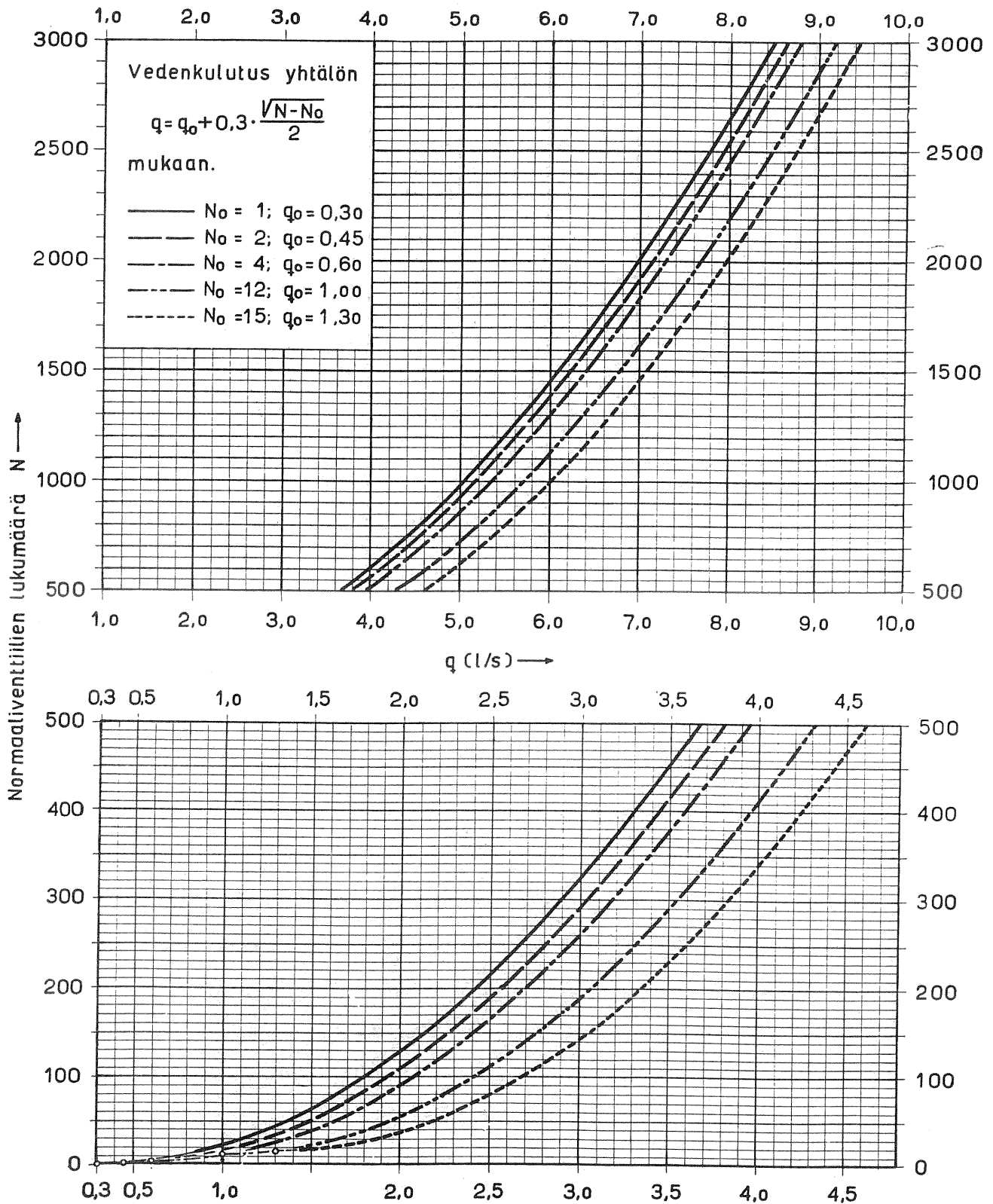
Vikström Kari. Pudasjärven Vesiosuuskunta. Pudasjärvi.

Unkuri Markku. Vesi-Hydro Oy, Helsinki.

Lisäksi tietoja on saatu eri vesi- ja ympäristöpiirien vesihuollosta vastaavalta henkilökunnalta, eri vesilaitosten edustajilta sekä erikseen mainitsemattomilta vesihuoltosuunnittelijoilta.

LIITE 1. ASUINRAKENNUSTEN SUURIMMAN VEDENKULUTUKSEN MÄÄRITTÄMINEN NORMAALIVENTTIILILUKUJEN AVULLA (SUOMEN KUNNALLISTEKNINEN YHDISTYS 1966).

SUURIN VEDENKULUTUS ASUINRAKENNUKSISSA NORMAALIVENTTIILILUVUN MUKAAN LASKETTUNA (SUOMEN KUNNALLISTEKNINEN YHDISTYS 1966).



YLEISIMPIEN KÄYTTÖVENTTIILIEN NORMAALIVENTTIILILUVUT (SUOMEN KUN-
NALLISTEKNINEN YHDISTYS 1966).

Kylmävesijohdot

Käyttöventtiili	N kpl	q l/s	P minimi m vp
15 mm käsipesukääntöhana (siivilällä tai ilman), pesuistuinsekoitin (bidet), urinaalihana, juoma-allashana, sylkyaltaan hana	½	0,15	5,0
Vesikäymälän huuhtelusäiliö	½	0,05...0,15	5,0
15 mm laskuhana, pesuallashana, pesuallas-sekoitin, pesupöytäsekoitin	1	0,30	5,0
15 mm yhdistetty kylpyamme- ja suihkusekoitin, suihkusekoitin	2	0,45	5,0
15 mm yhdistetty kylpyamme-, suihku- ja pesuallas-sekoitin	2 ½	0,45	5,0
20 mm laskuhana, kylpyamme- ja suihkusekoitin	4	0,60	5,0
20 mm urinaalihuuhteluventtiili	8	0,8	15,0
25 mm laskuhana, seinävesiposti	12	1,0	5,0
25 mm vesikäymälän huuhteluventtiili	15	1,3	5,0

Lämminvesijohdot

Käyttöventtiili	N kpl	q l/s	P minimi m vp
15 mm pesuistuinsekoitin (bidet)	½	0,15	5,0
15 mm laskuhana, pesuallashana, pesuallas-sekoitin, pesupöytäsekoitin, suihkusekoitin	1	0,30	5,0
15 mm yhdistetty kylpyamme- ja suihkusekoitin	2	0,45	5,0
15 mm yhdistetty kylpyamme-, suihku- ja pesuallas-sekoitin	2 ½	0,45	5,0
20 mm laskuhana, kylpyamme- ja suihkusekoitin	4	0,60	5,0

LIITE 2. KIINTEISTÖJEN VESIJOHTOJEN NORMI- JA MITOITUSVIRTAAMAT JA MITOITUSPERIAATTEET RaKMK D1:N MUKAAN (YMPÄRISTÖMINISTERIÖ 1987).

VESIPISTEIDEN NORMIVIRTAAMAT KIINTEISTÖJEN VESIJOHTOJA MITOITETTAESSA JA PIENIN MITOITUSVIRTAAMA KYLMÄVESIJOHDOS-
JOHON LIITTYY PIKAPALOPOSTI (YMPÄRISTÖMINISTERIÖ 1987).

Vesipiste	Normivirtaama qN [dm ³ /s]	
	Kylmävesi	Lämminvesi
Astiaainpesuallas	0,2	0,2
Astiaainpesukone kotitaloudessa	0,2	0,2
Kylpyamme	0,3	0,3
Laskuhana	0,2	0,2
Pesuallas	0,1	0,1
Pesuistuin	0,1	0,1
Pesukone kotitaloudessa	0,2	0,2
Pesukone talopesulassa tai vastaavassa	0,4	0,4
Vesiposti		
– pientalossa	0,2	
– kerrostalossa	0,4	
Suihku	0,2	0,2
Tasapohja-allas	0,2	0,2
Virtsalon huuhteluventtiili	0,4	
Virtsalon huuhteluhana, kouru- virtsalon	0,2	
WC-istuin, huuhtelusäiliö	0,1	
WC-istuin, huuhteluventtiili	1,5 ¹⁾	
Ryhmäpesuallas tai pesukou- ruuteollisuudessa tai vastaavassa.	0,07+n×0,03 ¹⁾ 2)	0,07+n×0,03 ¹⁾ 2)
Sarjaan kytketyt WC-istuimen huuhteluventtiilit	1,3+n×0,2 ¹⁾ 2)	
Sarjaan kytketyt virtsalon huuhteluventtiilit	0,3+n×0,1 ¹⁾ 2)	
Sarjaan kytketyt virtsalon huuhteluhanat	0,14+n×0,06 ¹⁾ 2)	
Ryhmäsuihku	n×0,14 ¹⁾ 2)	n×0,14 ¹⁾ 2)
Pikapaloposti	(kts. luku 9.22)	
Teollisuus- ym. laitteet	lasketaan erikseen	

¹⁾ Otettava huomioon samanaikaisuus (kts. luku 6.22)

²⁾ n = kalusteiden lukumäärä

Jos vesikalusteissa on vaihtoehtoisia ulostuloja, otetaan mitoituksessa huomioon vain suurimman virtaaman antava ulostulo. Ulostuloksi luetaan tässä yhteydessä myös järjestely, jossa kalusteesta johdetaan vesi jollekin laitteelle, esimerkiksi pesukoneelle, helposti irrotettavan kytkennän kautta.

Asuinhuoneiston keittiön tai kylpyhuoneen erillinen johto-osuus saadaan mitoittaa ottamatta huomioon siihen liitetyn pesu- tai astiaainpesukoneen normivirtaamaa edellyttäen, että ko. johto-osuuden mitoitusvirtaama $\geq 0,2 \text{ dm}^3/\text{s}$. Huoneistojen välisiä yhteisiä jakojohdot mitoitettaessa ko. virtaamat otetaan huomioon.

Jakojohdot mitoitettaessa saadaan huoneistoa, 1-perheen taloa ja vastaavaa kohden asettaa normivirtaamien summaksi $0,8 \text{ dm}^3/\text{s}$ kylmälle ja $0,8 \text{ dm}^3/\text{s}$ lämpimälle vedelle huolimatta siitä, että taulukon mukaisten normivirtaamien summaksi tulisi suurempi arvo.

Pienin mitoitusvirtaama kylmävesijohdossa johon liittyy pikapaloposti

Letkun sisähalkaisijan nimellismitta d (mm)	Virtaama yhdelle pikapalopostille q (dm ³ /s)	Yhteisvirtaama useammille pikapaloposteille q (dm ³ /s)
20	0,85	1,70
25	1,70	3,40

JAKOJOHDON MITOITUSVIRTAAMA ASUIN-, TOIMISTO-, KOULU-, HOTELLI-,
SAIRAALA- TMS. RAKENNUKSISSA (YMPÄRISTÖMINISTERIÖ 1987).

Normi- virtaamien summa Q (dm ³ /s)	Mitoitusvirtaama q (dm ³ /s)				Normi- virtaamien summa Q (dm ³ /s)	Mitoitusvirtaama q (dm ³ /s)			
	q ^{N1} (dm ³ /s)					q ^{N1} (dm ³ /s)			
	0,1	0,2	0,3	0,4		0,1	0,2	0,3	0,4
0,1	0,1	–	–	–	12,0	0,86	0,96	1,06	1,15
0,2	0,16	0,2	–	–	12,5	0,88	0,98	1,08	1,17
0,3	0,18	0,26	0,3	–	13,0	0,90	1,00	1,10	1,19
0,4	0,20	0,28	0,36	0,4	13,5	0,92	1,02	1,11	1,21
0,5	0,21	0,30	0,38	0,46	14,0	0,94	1,04	1,13	1,23
0,6	0,23	0,31	0,40	0,48	14,5	0,96	1,06	1,15	1,25
0,7	0,24	0,33	0,41	0,50	15,0	0,98	1,08	1,17	1,27
0,8	0,25	0,34	0,43	0,51	15,5	1,00	1,09	1,19	1,29
0,9	0,26	0,35	0,44	0,53	16,0	1,02	1,11	1,21	1,30
1,0	0,27	0,36	0,45	0,54	16,5	1,03	1,13	1,23	1,32
1,1	0,28	0,37	0,46	0,55	17,0	1,05	1,15	1,24	1,34
1,2	0,29	0,38	0,47	0,56	17,5	1,07	1,17	1,26	1,36
1,3	0,30	0,39	0,48	0,57	18,0	1,09	1,18	1,28	1,38
1,4	0,31	0,40	0,49	0,58	18,5	1,10	1,20	1,30	1,39
1,5	0,32	0,41	0,50	0,59	19,0	1,12	1,22	1,31	1,41
1,6	0,33	0,42	0,51	0,60	19,5	1,14	1,24	1,33	1,43
1,7	0,34	0,43	0,52	0,61	20,0	1,16	1,25	1,36	1,45
1,8	0,35	0,44	0,53	0,62	21,0	1,19	1,29	1,38	1,48
1,9	0,35	0,45	0,54	0,63	22,0	1,22	1,32	1,42	1,51
2,0	0,36	0,45	0,55	0,64	23,0	1,26	1,35	1,45	1,55
2,2	0,38	0,47	0,56	0,65	24,0	1,29	1,39	1,48	1,58
2,4	0,39	0,48	0,58	0,67	25,0	1,32	1,42	1,51	1,61
2,6	0,41	0,50	0,59	0,68	26,0	1,35	1,45	1,55	1,64
2,8	0,42	0,51	0,61	0,70	27,0	1,38	1,48	1,58	1,67
3,0	0,43	0,53	0,62	0,71	28,0	1,42	1,51	1,61	1,71
3,2	0,45	0,54	0,63	0,73	29,0	1,45	1,54	1,64	1,74
3,4	0,46	0,55	0,65	0,74	30,0	1,48	1,57	1,67	1,77
3,6	0,47	0,56	0,66	0,75	32,0	1,54	1,63	1,73	1,83
3,8	0,48	0,58	0,67	0,76	34,0	1,60	1,69	1,79	1,89
4,0	0,49	0,59	0,68	0,78	36,0	1,66	1,75	1,85	1,95
4,2	0,51	0,60	0,69	0,79	38,0	1,71	1,81	1,91	2,01
4,4	0,52	0,61	0,71	0,80	40,0	1,77	1,87	1,97	2,06
4,6	0,53	0,62	0,72	0,81	45,0	1,91	2,01	2,11	2,20
4,8	0,54	0,63	0,73	0,82	50,0	2,05	2,15	2,24	2,34
5,0	0,55	0,64	0,74	0,83	55,0	2,18	2,28	2,38	2,47
5,5	0,58	0,67	0,77	0,86	60,0	2,31	2,41	2,51	2,60
6,0	0,60	0,70	0,79	0,89	65,0	2,44	2,54	2,64	2,73
6,5	0,63	0,72	0,82	0,91	70,0	2,57	2,67	2,76	2,86
7,0	0,65	0,74	0,84	0,94	80,0	2,82	2,91	3,01	3,11
7,5	0,67	0,77	0,86	0,96	90,0	3,06	3,16	3,25	3,35
8,0	0,70	0,79	0,89	0,98	100,0	3,30	3,39	3,49	3,59
8,5	0,72	0,81	0,91	1,00	110,0	3,53	3,63	3,72	3,82
9,0	0,74	0,84	0,93	1,03	120,0	3,76	3,86	3,95	4,05
9,5	0,76	0,86	0,95	1,05	130,0	3,98	4,08	4,18	4,28
10,0	0,78	0,88	0,97	1,07	140,0	4,21	4,30	4,40	4,50
10,5	0,80	0,90	1,00	1,09	150,0	4,43	4,53	4,62	4,72
11,0	0,82	0,92	1,02	1,11	160,0	4,65	4,74	4,84	4,94
11,5	0,84	0,94	1,04	1,13	170,0	4,86	4,96	5,06	5,16

Jos esiintyy vakiovirtaamia q vakio, lisätään nämä sellaisenaan taulukosta saatuun mitoitusvirtaamaan q.

LIITE 3. SOSIAALI- JA TERVEYSMINISTERIÖN PÄÄTÖS TALOUSVEDEN LAATUVAATIMUKSISTA JA VALVONTATUTKIMUKSISTA (STM:N PÄÄTÖS N:O 74 1994).

N:o 74

Sosiaali- ja terveysministeriön päätös talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista

Annettu Helsingissä 21 päivänä tammikuuta 1994

Sosiaali- ja terveysministeriö on 27 päivänä elokuuta 1965 annetun terveydenhoitolain (469/65) 52 §:n, sellaisena kuin se on 8 päivänä tammikuuta 1993 annetussa laissa (90/93), nojalla päättänyt:

1 §

Tällä päätöksellä sosiaali- ja terveysministeriö antaa yleiset määräykset talousveden laatuvaatimuksista sekä tarpeellisista tutkimuksista. Lisäksi tällä päätöksellä pannaan täytäntöön Euroopan talousaluetta koskevan sopimuksen liitteeseen XX sisältyvä Euroopan talousyhteisön direktiivi (80/778/ETY) juomaveden laadusta.

Määritelmä

2 §

Tässä päätöksessä talousvedellä tarkoitetaan juomavettä sekä elintarvikkeiden valmistuksen, jalostuksen, säilytyksen tai kaupanpidon yhteydessä käytettävää vettä.

Tämä päätös ei koske luonnon kivennäisvettä eikä lääketieteellisiin tarkoituksiin käytettävää vettä.

Talousveden laatuvaatimukset

3 §

Talousvedessä ei saa olla mikrobeja, jotka voivat aiheuttaa terveyshaittoja veden käyttäjille, eikä haitallisia kemiallisia aineita niin suurina pitoisuuksina, että terveyshaittoja voi aiheutua joko äkillisinä tai pitkäaikaisen, jatkuvan altistumisen seurauksena. Talousveden

on oltava myös muuten käyttötarkoitukseensa soveltuvaa. Veden tulee olla kirkasta ja väritöntä, eikä siinä saa olla vierasta hajua tai makua. Vesi ei myöskään saa aiheuttaa merkittävää syöpymistä tai saostumien syntymistä vesijohdoissa ja vedenkäyttölaitteissa.

4 §

Sellaisen vesilaitoksen jakaman vesijohtoveden, jota enemmän kuin 50 henkilöä tai 10 asuinhuoneistoa käyttää talousvetenä, on täytettävä tämän päätöksen liitteen I taulukoiden 1, 2 ja 3 mukaiset laatuvaatimukset. Sellaisen veden, jota käytetään elintarvikkeita valmistavassa yrityksessä ihmisten käyttöön tarkoitettujen tuotteiden tai aineiden valmistukseen, jalostukseen, säilytykseen tai kaupanpitoon, taikka joka vaikuttaa valmiin elintarvikkeen terveellisyteen, on täytettävä liitteen I taulukon 1 mukaiset vaatimukset, sekä taulukon 2 mukaiset vaatimukset sellaisten parametrien suhteen, jotka vaikuttavat valmiin elintarvikkeen terveellisyteen.

Laatuvaatimukset koskevat vesilaitoksen toimittamaa talousvettä siinä kohdassa, jossa vesi tulee kuluttajan käyttöön, sekä pakattuna kaupan pidettävää talousvettä.

Pakattuna kaupan pidettävän talousveden laadusta on näiden vaatimusten lisäksi voimassa eräistä marja-, hedelmä- ja kasvisval-

misteista sekä eräistä juomista annetun asetuksen (129/90) nojalla annetut laatuvaatimukset.

5 §

Sosiaali- ja terveysministeriö voi tarvittaessa myöntää määräaikaista poikkeuksia tämän päätöksen liitteen I taulukoiden 2 ja 3 mukaisten laatuvaatimusten täyttämistä seuraavin perustein:

- tilanne johtuu veden ottokohdan maaperän luonteesta ja rakenteesta tai
- tilanne johtuu poikkeuksellisista sääoloista.

Jos vesilaitos, jolle poikkeuslupa on myönnetty, toimittaa talousvettä vähintään 1 000 m³/d taikka vähintään 5 000 kuluttajalle, sosiaali- ja terveysministeriö ilmoittaa poikkeuksesta EFTA:n valvontaviranomaiselle.

Talousveden laadun säännöllinen valvonta

6 §

Kunnan terveysvalvontaviranomaisen on valvottava säännöllisin tutkimuksin sellaista vesijohtovettä, jota enemmän kuin 50 henkilöä tai 10 asuinhuoneistoa käyttää talousvetenä, tai vettä, jota käytetään elintarvikkeita valmistavassa yrityksessä ihmisten käyttöön tarkoitettujen tuotteiden tai aineiden valmistukseen, jalostukseen, säilytykseen tai kaupanpitoon. Valvontatutkimusten vähimmäistiheydet on esitetty liitteessä II.

Kunnan terveysvalvontaviranomainen voi määrätä säännöllisen valvonnan alaiseksi muunkin kuin edellä mainitun vesijohtoveden, jota suurehkossa määrin käytetään talousvetenä.

Valvontatutkimusohjelma

7 §

Säännölliseen valvontaan kuuluvien vesilaitosten valvontaa varten tulee laatia laitoskohtainen valvontatutkimusohjelma, jossa laitoksen ominaispiirteet on otettu huomioon. Ohjelmaan tulee myös sisällyttää paikallisista olosuhteista, kuten vedenottamon haavoittuvasta sijainnista tai läheisistä onnettomuusalttiista toiminnoista aiheutuvat erityisvalvonnan tarpeet. Tällä tarkoitetaan muidenkin kuin liitteen I taulukoissa 1, 2 ja 3 esitettyjen parametrien sisällyttämistä valvontatutkimuksiin taikka valvontatutkimusten tiheyden lisäämistä terveydellisten olojen turvaamisen kannalta

tarpeellisten parametrien suhteen.

Valvontatutkimusohjelma on tarkistettava vähintään kolmen vuoden välein ja muulloinkin, milloin sitä olosuhteiden muuttumisen takia on pidettävä tarpeellisena.

8 §

Valvontatutkimusohjelman tulee sisältää vähintään liitteen II mukaiset määritykset, ja näytteenottotiheyden tulee olla vähintään siinä esitetyn mukainen.

Jos edellisen vuoden aikana otetuista näytteistä saadut tulokset ovat tasalaatuisia ja olennaisesti parempia kuin liitteessä I esitetyt raja-arvot edellyttävät, ja jos ei ole havaittu tekijää, joka todennäköisesti aiheuttaisi veden laadun huononemista, liitteen II mukaista vähimmäistutkimustiheyttä voidaan harventaa enintään seuraavasti:

- pintavesilaitosten jakaman veden laadun tutkimusten määrä jaetaan kahdella, lukuunottamatta mikrobiologisille määrityksille säädettyä tiheyttä;
- pohjavesilaitosten jakaman veden laadun tutkimusten määrä jaetaan neljällä ottaen kuitenkin huomioon desinfioidin aiheuttamat vaatimukset tutkimustiheydelle.

9 §

Jos vettä käsitellään, raakavesi on tutkittava vähintään neljä kertaa vuodessa niiden parametrien suhteen, joiden pitoisuutta muutetaan vedenkäsittelyssä. Raakavesi on tutkittava myös aina ennen uuden vedenottamon käyttöönottoa. Tekopohjavesilaitosten raakavedellä tarkoitetaan vesistöstä otettavaa maahan imeytettävää pintavettä.

Talousveden valmistukseen käytettävän pintaveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista määrätään erikseen vesilain (264/61) ja vesi- ja ympäristöhallinnosta annetun lain (24/86) nojalla annetussa valtioneuvoston päätöksessä.

Määrittämenetelmät

10 §

Valvontatutkimuksissa on käytettävä SFS-standardien mukaisia määrittämenetelmiä tai niiden puuttuessa ISO-standardien mukaisia määrittämenetelmiä, taikka sellaisia menetelmiä, jotka määritystarkkuudeltaan ja luotettavuudeltaan vastaavat vähintään näitä menetelmiä.

N:o 74

Voimaantulo

11 §

Tämä päätös tulee voimaan 1 päivänä helmikuuta 1994. Tällä päätöksellä kumotaan lääkintöhallituksen 12.12.1990 antama yleiskirje no. 1977.

Päätöksen 5 §:ssä tarkoitettua poikkeuslupaa on haettava viimeistään vuoden kuluessa päätöksen voimaantulosta.

Helsingissä 21 päivänä tammikuuta 1994

Sosiaali- ja terveysministeri *Jorma Huuhtanen*

Yli-insinööri *Leena Hiisvirta*

TALOUSVEDEN LAATUVAATIMUKSET

Taulukko 1. Terveystalliset laatuvaatimukset (mikrobiologiset ja myrkyllisiä aineita koskevat parametrit sekä aineita, jotka liiallisina määrinä esiintyessään voivat olla haitallisia)

Mikrobiologiset laatuvaatimukset

Enimmäistiheys

Koliformiset bakteerit*	alle 1/100 ml
<i>Escherichia coli</i> (alustava tunnistus)	alle 1/100 ml
¹⁾ Fekaaliset streptokokit (37°C, 48h)	alle 1/100 ml
¹⁾ Sulfiittia pelkistävät klostridit	alle 1/20 ml

*95 % näytteistä tulee olla vaatimukset täyttäviä ja näytteiden määrän tähän nähden riittävä
¹⁾ks. huomautus 2 liitteessä II "Talousveden valvontatutkimusten tiheydet"

Kemialliset laatuvaatimukset

Enimmäispitoisuus, mg/l

Arseeni, As	0,01
Kadmium, Cd	0,005
Kromi, Cr	0,05
Lyijy, Pb	0,01
Fluoridi, F ⁻	1,5
Nitraatti, NO ₃ ⁻	25
- " - , NO ₃ -N	6,0
Nitriitti, NO ₂ ⁻	0,1
- " - , NO ₂ -N	0,03
Kloroformi, CHCl ₃	0,2
Diklooribromimetaani, CHBrCl ₂	0,06
Kloorifenolit (summa)*	0,01
Antimoni, Sb	0,005
Barium, Ba	0,7
Elohopea, Hg	0,001
Boori, B	0,3
Nikkeli, Ni	0,02
Molybdeeni, Mo	0,07
¹⁾ < Seleen, Se	0,01
Syanidi, CN ⁻	0,05
Hiilitetrakloridi, CCl ₄	0,002
Pestisidit, kokonaismäärä	0,0005
- " - , yksittäinen aine	0,0001
Polysykliset aromaattiset hiilivedyt, PAH**	0,0002

Muiden kuin taulukossa 1 esiintyvien orgaanisten klooriyhdisteiden raja-arvoja on esitetty taulukossa 4.

*summa = tri-, tetra- ja pentakloorifenolien yhteispitoisuus

**vertailuaineina fluoranteeni, 3,4- ja 11,12-benso(bk)fluoranteeni, 3,4-benso(a)pyreeni, 1,12-bensoperyleeni, indaani-(1,2,3-cd)-pyreeni

¹⁾ks. huomautus 2 liitteessä II "Talousveden valvontatutkimusten tiheydet"

N:o 74

Liite I/2

Taulukko 2. Teknis-esteettiset laatuvaatimukset (organoleptiset ja fysikaalis-kemialliset parametrit sekä aineita, jotka liiallisina määrinä esiintyessään voivat olla haitallisia)

	Enimmäispitoisuus, mg/l
Alumiini, Al	0,2
Ammonium, NH_4^+	0,5
- " - , $\text{NH}_4\text{-N}$	0,4
Kalsium, Ca	100
Kloridi, Cl^-	100
KMnO_4 -luku	12
COD_{Mn} , O_2	3,0
Kupari, Cu	1,0
Mangaani, Mn	0,05
Rauta, Fe	0,2
Sinkki, Zn	3,0
Sulfaatti, SO_4^{2-}	150
Fosfaatti, $\text{PO}_4\text{-P}$	0,1
Mineraaliöljyt	0,05
Natrium, Na	150
Kjeldahl-tyyppi	1
Liuenneet tai emulgoituneet hiilivedyt	0,01
¹⁾ < Fenolit	0,0005
Pinta-aktiiviset aineet	0,2
Hopea, Ag	0,01
Kalium, K	12
Magnesium, Mg	50
Kuivausjäännös (180°C)	1 500
Vaatimustaso	
pH	6,5 - 9,5
Sameus (FTU)	<4
Väriluku	<15
Haju ja maku (laimennusluku)	<2/12°C; <3/25°C
Lämpötila (°C)	<25

¹⁾ ks. huomautus 2 liitteessä II "Talousveden valvontatutkimusten tiheydet"

Seuraavia tavoitearvoja tulisi soveltaa pyrittäessä turvaamaan talousveden hyvä laatu:

heterotrofinen pesäkeluku	(22°C, 72h)	<100/ml
"-"	(37°C, 48h)	<10/ml

aktiivisen kloorin kokonaismäärä <1 mg/l, alumiini <0,1, ammonium <0,2, kloridi <25, KMnO_4 -luku <8 (COD_{Mn} <2,0), kupari <0,3, orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC) <2,0, sulfaatti <50, pH 7,0 - 8,8, sameus <0,4, sähkönjohtavuus <40, väriluku <5

Taulukko 3. Alimmat sallitut pitoisuudet talousvedelle, joka on pehmennetty*

Kokonaiskovuus	1,5 mmol/l Ca
Alkaliteetti	0,5 mmol/l HCO ₃ ⁻

Veden pH-arvon tulee olla sellainen, että vesi ei aiheuta sen kanssa kosketuksiin joutuvan materiaalin merkittävää syöpymistä. Veden natriumpitoisuus on pyrittävä pitämään mahdollisimman alhaisena.

* Ioninvaihtokäsittely raudan tai mangaanin poistamiseksi vaikuttaa myös vettä pehmentävästi

N:o 74

Liite I/4

Taulukko 4. Maailman terveysjärjestön määrittelemät eräiden harvoin esiintyvien aineiden terveysperusteiset enimmäispitoisuudet talousvedessä (WHO, 1993)

Dikloorimetaani	20	µg/l
1,2-dikloorietaani	30	"
1,1,1-trikloorietaani	2 000	"
Vinyylikloridi	5	"
1,1-dikloorieteeni	30	"
1,2-dikloorieteeni	50	"
Trikloorieteeni	70	"
Tetrakloorieteeni	40	"
Benseeni	10	"
Toluenei	700	"
Ksyleeni	500	"
Etyylibenseeni	300	"
Styreeni	20	"
Monoklooribenseeni	300	"
1,2-diklooribenseeni	1 000	"
1,4-diklooribenseeni	300	"
Triklooribenseenit (summa)	20	"
Dietyyliheksyyliadiipaatti	80	"
Dietyyliheksyyliiftalaatti		8"
Akryyliamidi	0,5	"
Epikloorihydriini	0,4	"
Heksaklooributadieeni	0,6	"
EDTA	200	"
NTA	200	"
Tributyylitinaoksidi	2	"
Formaldehydi	900	"
Bromoformi	100	"
Dibromikloorimetaani	100	"
Bromaatti	25	"
Dikloorietikkahappo	50	"
Trikloorietikkahappo	100	"
Triklooriasetaldehydi/kloraalihydraatti	10	"
Diklooriasetonitrili	90	"
Dibromiasetonitrili	100	"
Triklooriasetonitrili	1	"
Syanogeenikloridi (syamidina)	70	"
Monoklooriamiini	3	mg/l
Kloriitti	0,2	"

TALOUSVEDEN VALVONTATUTKIMUSTEN TIHEYDET

Taulukko 1. Säännölliseen valvontaan kuuluvan vesijohtoveden vähimmäistutkimustiheydet

Kuluttajien määrä jakelualueella (henkilömäärä)	Näytteiden määrä vuodessa ¹⁾²⁾			
	Tutkimus			
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄ ³⁾
alle 500	4	4	4	ks. alla- oleva se- litys
500 – 5 000	6	4	4	
5 000 – 10 000	8	4	4	
10 000 – 50 000	12	4	4	
50 000 – 100 000	60	6	4	
100 000 – 150 000	120	12	4	
150 000 – 300 000	180	18	4	
300 000 – 500 000	360	36	6	
500 000 – 1 milj.	360	60	10	
yli 1 milj.	360	120	20	

¹⁾tasaisin väliajoin jakeluverkon eri osista

²⁾jos vesi desinfioidaan, näytteiden määrä mikrobiologista tutkimusta varten on kaksinkertainen

³⁾valvontatutkimusohjelmasta ja siihen sisältyvistä parametreista riippuen 1 kerran vuodessa – 1 kerran 5 vuodessa

Huomautus 1: Elintarvikkeiden teollisessa valmistuksessa käytettävää vettä tutkitaan vähintään yhtä tiheästi kuin alle 500 kuluttajan vesijohtovettä.

Tutkimus C₁: Haju ja maku aistinvaraisesti, pH, sähkönjohtavuus, vapaa aktiivinen kloori (tai muun desinfiointiaineen jäännös), koliformiset bakteerit, ja jos näitä todetaan, alustava *E. coli*.

Tutkimus C₂: Kuten C₁ ja lisäksi lämpötila, sameus, väri, KMnO₄-luku ja/tai TOC, nitraatti, nitriitti, ammonium ja heterotrofinen pesäkeluku.

N:o 74

Liite II/2

Tutkimus C₃: Kuten C₂ ja lisämääryksiä seuraavan luettelon mukaisesti

Aktiivinen kokonaiskloori	x*
Alkaliteetti	x
Hiilidioksidi	x
Kokonaiskovuus tai Ca ja Mg	x
Rauta	x
Alumiini	(x)
Fluoridi	(x)
Kloridi	(x)
Kupari	(x)
Mangaani	(x)
Sulfaatti	(x)

Lisäksi ne määrykset, jotka on sisällytetty valvontatutkimusohjelmaan

x* = jos vettä desinfioidaan kloorilla

(x) = jos ko. aineelle on todettu kohonneita pitoisuuksia tai pitoisuus vaihtelee

Tutkimus C₄ (erityisvalvonta): Kuten C₃ sekä valvontatutkimusohjelmaan sisällytetyt paikallista oloista riippuvat erityismäärykset.

Huomautus 2: Liitteen I taulukoissa huomautuksella "1)" merkityt määrykset tehdään kerran, ja jos pitoisuudet todetaan selvästi raja-arvot alittaviksi eikä ole ilmeistä syytä niiden nousuun, myöhemmin 5 - 10 vuoden välein.

LIITE 4. SOSIAALI- JA TERVEYSMINISTERIÖN PÄÄTÖS PIENTEN YKSIKÖIDEN TALOUSVEDEN LAATUVAATIMUKSISTA JA VALVONTATUTKIMUKSISTA (STM:N PÄÄTÖS N:O 953 1994).

N:o 953

Sosiaali- ja terveysministeriön päätös pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista

Annettu Helsingissä 27 päivänä lokakuuta 1994

Sosiaali- ja terveysministeriö on 19 päivänä elokuuta 1994 annetun terveydensuojelulain (763/94) 21 §:n nojalla päättänyt:

1 §

Tällä päätöksellä sosiaali- ja terveysministeriö antaa yleiset määräykset laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista sellaiselle talousvedelle, jota sosiaali- ja terveysministeriön 20.1.1994 antama päätös talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista (74/94) ei koske.

Soveltamisala

2 §

Tämä päätös koskee sellaista talousvettä, jota

- 1) enintään 10 asuinhuoneistoa tai 50 henkeä saa käyttöönsä vesijohtovettä toimittavalta laitokselta,
- 2) yksittäiset kotitaloudet käyttävät omaan vedenhankintaansa taikka
- 3) käytetään elintarvikkeiden muussa kuin laajamittaisessa tuotannossa, valmistuksessa, jalostuksessa, säilyttämisessä tai kaupankäytössä.

Tämä päätös ei koske luonnon kivennäisvettä eikä lääketieteellisiin tarkoituksiin käytettävää vettä.

Talousveden laatuvaatimukset

3 §

Talousvedessä ei saa olla mikrobeja, jotka voivat aiheuttaa terveyshaittoja veden käyttäjille, taikka jotka vaarantavat valmiin elintarvikkeen hygieenisen laadun, eikä haitallisia kemiallisia aineita niin suurina pitoisuuksina, että terveyshaittoja voi aiheutua joko äkillisinä

tai pitkäaikaisen, jatkuvan altistumisen seurauksena. Talousveden on oltava myös muuten käyttötarkoitukseensa soveltuvaa. Veden tulee olla kirkasta ja väritöntä, eikä siinä saa olla vierasta hajua tai makua. Vesi ei myöskään saa aiheuttaa merkittävää syöpymistä tai saostumien syntymistä vesijohdoissa ja vedenkäytölaitteissa.

4 §

Edellä 2 §:ssä tarkoitetun talousveden tulee täyttää tämän päätöksen liitteen I mukaiset laatuvaatimukset seuraavasti:

kohdan 1 mukaisen talousveden on täytettävä taulukon 1 mukaiset terveydelliset laatuvaatimukset sekä taulukon 2a mukaiset teknis-esteettiset laatuvaatimukset,

kohdan 2 mukaisen talousveden on täytettävä taulukon 1 mukaiset terveydelliset laatuvaatimukset ja

kohdan 3 mukaisen muun kuin maidon-tuotantotiloilla käytettävän talousveden on täytettävä taulukon 1 mukaiset terveydelliset laatuvaatimukset ja taulukon 2a mukaiset teknis-esteettiset laatuvaatimukset niiden parametrien suhteen, jotka vaikuttavat valmiin elintarvikkeen hygieeniseen laatuun. Maidon-tuotantotiloilla käytettävän talousveden on täytettävä taulukon 1 mukaiset terveydelliset laatuvaatimukset.

5 §

Jos talousvedessä todetaan liitteen I taulukoissa 3 ja 4 lueteltuja kemiallisia aineita, niiden suhteen sovelletaan näissä taulukoissa esitettyjä raja-arvoja.

N:o 953

Talousveden laadun valvonta

6 §

Kunnan terveydensuojeluviranomaisen on valvottava, ettei talousvetenä käytetä vettä, josta voi aiheutua terveyshaittoja.

Pykälän 2 kohdan 1 mukaista talousvettä on valvottava säännöllisin tutkimuksin, joiden tiheys on talousveden laadusta ja käyttäjämäärästä riippuen yhdestä kerrasta vuodessa yhteen kertaan kolmessa vuodessa. Jos vettä käsitellään, tutkimus on tehtävä tarpeellisin osin myös raakavedestä. Kunnan terveydensuojeluviranomainen voi määrätä tutkimuksen tehtäväksi tätä tiheämminkin, jos se talousveden laadusta johtuvista syistä on ilmeisen tarpeen.

Kohdan 2 mukaisen talousveden laadun valvomiseksi on tarvittaessa tehtävä tutkimus, joka sisältää ainakin liitteen I taulukoissa 1 ja 2 luetellut määritykset, ellei ole perusteltua syytä jättää joitakin näistä määrityksistä pois. Taulukoissa 3 ja 4 lueteltuja aineita koskeva määritys on tehtävä, jos on ilmeistä syytä epäillä näitä aineita esiintyvän talousvedessä.

Kohdan 3 mukaista talousvettä on valvottava säännöllisin tutkimuksin, joiden tiheys on talousveden laadusta, sen käyttömäärästä, käyttötarkoituksesta ja toiminnanharjoittajan

omavalvonnasta riippuen yhdestä kerrasta vuodessa yhteen kertaan kolmessa vuodessa. Kunnan terveydensuojeluviranomainen voi määrätä tutkimuksen tehtäväksi tätä tiheämminkin, jos se talousveden laadusta johtuvista syistä on ilmeisen tarpeen. Toiminnanharjoittajan on toimitettava valvontatutkimustulokset kalahygienialain (330/94), liyahygienialain (511/94), munavalmistehygienialain (517/94) taikka maitohygienialain (330/94) mukaiselle kyseistä laitosta tai tuotantoa valvovalle viranomaiselle.

Määritysmenetelmät

7 §

Valvontatutkimuksissa on käytettävä SFS-standardien mukaisia määritysmenetelmiä tai niiden puuttuessa ISO-standardien mukaisia määritysmenetelmiä, taikka sellaisia menetelmiä, jotka määritystarkkuudeltaan ja luotettavuudeltaan vastaavat vähintään näitä menetelmiä.

Voimaantulo

8 §

Tämä päätös tulee voimaan 1 päivänä tammikuuta 1995.

Helsingissä 27 päivänä lokakuuta 1994

Sosiaali- ja terveysministeri *Jorma Huuhtanen*

Yli-insinööri *Leena Hiisvirta*

TALOUSVEDEN LAATUVAATIMUKSET JA LAATUSUOSITUKSET

Taulukko 1. Terveydelliset laatuvaatimukset

Mikrobiologiset laatuvaatimukset

Enimmäistiheys

<i>Escherichia coli</i> (alustava tunnistus)	alle 1/100 ml
Koliformiset bakteerit	alle 100/100 ml
- " -	alle 1/100 ml*

Kemialliset laatuvaatimukset

Enimmäispitoisuus, mg/l

Fluoridi, F ⁻ **	1,5
Nitraatti, NO ₃ ⁻ ***	25
- " - , NO ₃ -N	6,0
Nitriitti, NO ₂ ⁻ ***	0,1
- " - , NO ₂ -N	0,03
Antimoni, Sb	0,005
Arseeni, As	0,01
Barium, Ba	0,7
Boori, B	0,3
Elohopea, Hg	0,001
Kadmium, Cd	0,005
¹⁾ < Kloorifenolit (summa) ****	0,01
Kromi, Cr	0,05
Lyijy, Pb	0,01
Nikkeli, Ni	0,02
Molybdeeni, Mo	0,07
Seleeni, Se	0,01
Syanidi, CN ⁻	0,05
Pestisidit (taulukon 4 mukaiset raja-arvot)	

* pykälän 2 kohdassa 1 tarkoitetulle talousvedelle

** jos talousveden käyttäjinä ei ole lapsia, joiden hampaat ovat muodostumassa, tai odottavia äitejä, alle 2 mg/l:n fluoridipitoisuudet ovat hyväksyttäviä

*** jos talousveden käyttäjinä ei ole imeväisikäisiä lapsia tai odottavia äitejä, alle 50 mg/l:n nitraattipitoisuudet ja alle 1 mg/l:n nitriittipitoisuudet ovat hyväksyttäviä

**** summa = tri-, tetra- ja pentakloorifenolien yhteispitoisuus

¹⁾ näiden aineiden määritykset on tehtävä, jos on perusteltua syytä olettaa niitä esiintyvän talousvedessä

N:o 953

LIITE 1/2

Taulukko 2a. Teknis-esteettiset laatuvaatimukset

	<i>Enimmäispitoisuus, mg/l</i>
Ammonium, NH_4^+	0,5
- " - , $\text{NH}_4\text{-N}$	0,4
Kloridi, Cl^-	100
KMnO_4 -luku	12
COD_{Mn} , O_2	3
Kupari, Cu	1,0
Mangaani, Mn	0,05
Rauta, Fe	0,2
Alumiini, Al	0,2
Hopea, Ag	0,01
¹⁾ < Mineraaliöljyt	0,1
Natrium, Na	150
Sinkki, Zn	3,0
Sulfaatti, $\text{SO}_4^{=}$	150
	<i>Vaatimustaso</i>
pH	6,5 - 9,5
Sameus (FTU)	<4
Väriluku	<15
Haju ja maku	ei selvää vierasta hajua tai makua

Taulukko 2b. Teknis-esteettiset laatusuositukset

	<i>Enimmäispitoisuus, mg/l</i>
Ammonium, NH_4^+	0,5
- " - , $\text{NH}_4\text{-N}$	0,4
Kloridi, Cl^-	100
KMnO_4 -luku	20
COD_{Mn} , O_2	5
Kupari, Cu	1,0
Mangaani, Mn	0,2
Rauta, Fe	0,5
Alumiini, Al	0,2
Hopea, Ag	0,01
¹⁾ < Mineraaliöljyt	0,1
Natrium, Na	150
Sinkki, Zn	3,0
Sulfaatti, $\text{SO}_4^{=}$	250
	<i>Suosituustaso</i>
pH	6,0 - 9,5
Sameus (FTU)	<5
Väriluku	<20
Haju ja maku	ei selvää vierasta hajua tai makua

¹⁾ näiden aineiden määritykset suositellaan tehtäväksi, jos on perusteltua syytä epäillä niitä esiintyvän talousvedessä

Taulukko 4. Maailman terveysjärjestön määrittelemät eräiden torjunta-aineiden terveysperusteiset enimmäispitoisuudet talousvedessä (WHO, 1993)

Alakloori	20	µg/l
Aldikarbi	10	"
Aldriini/Dieldriini	0,03	"
Atratsiini	2	"
Bentatsoni	30	"
Karbofuraani	5	"
Klordaani	0,2	"
Klortoluroni	30	"
DDT	2	"
1,2-dibromi-3-klooripropaani	1	"
2,4-D	30	"
1,2-diklooripropaani	20	"
1,3-diklooripropeeni	20	"
Heptakloori ja heptaklooriepoksidi	0,03	"
Heksaklooribentseeni	1	"
Isoproturoni	9	"
Lindaani	2	"
MCPA	2	"
Metoksiklori	20	"
Metolaklori	10	"
Molinaatti	6	"
Pendimetaaliini	20	"
Pentakloorifenoli*	9	"
Permetriini	20	"
Propaniili	20	"
Pyridaatti	100	"
Simatsiini	2	"
Trifluraliini	20	"
Kloorifenoksiherbisidit (muut kuin 2,4-D ja MCPA)		
2,4-DB	90	"
Dikloropropi	100	"
Fenopropi	9	"
Mekopropi	10	"
2,4,5-T	9	"

* ks. taulukon 1 kohta "kloorifenolit"

N:o 953

LIITE I/3

Taulukko 3. Maailman terveysjärjestön määrittelemät eräiden harvoin esiintyvien aineiden terveysperusteiset enimmäispitoisuudet talousvedessä (WHO, 1993)

Dikloorimetaani	20	µg/l
1,2-dikloorietaani	30	"
1,1,1-trikloorietaani	2 000	"
Vinyylikloridi	5	"
1,1-dikloorieteeni	30	"
1,2-dikloorieteeni	50	"
Trikloorieteeni	70	"
Tetrakloorieteeni	40	"
Bentseeni	10	"
Toluenei	700	"
Ksyleeni	500	"
Etyylibentseeni	300	"
Styreeni	20	"
Bentso(a)pyreeni	0,7	"
Monoklooribentseeni	300	"
1,2-diklooribentseeni	1 000	"
1,4-diklooribentseeni	300	"
Triklooribentseenit (summa)	20	"
Dietyyliheksyyliadipaatti	80	"
Dietyyliheksyyliiftalaatti	8	"
Akryyliamidi	0,5	"
Epikloorihydriini	0,4	"
Heksaklooributadiceni	0,6	"
EDTA	200	"
NTA	200	"
Tributyylitinaoksidi	2	"
Formaldehydi	900	"
Bromoformi	100	"
Dibromikloorimetaani	100	"
Bromaatti	25	"
Dikloorietikkahappo	50	"
Trikloorietikkahappo	100	"
Triklooriasetaldehydi/kloraalihydraatti	10	"
Diklooriasetonitriili	90	"
Dibromiasetonitriili	100	"
Triklooriasetonitriili	1	"
Syanogeenikloridi (syanidina)	70	"
Monoklooriamiini	3	mg/l
Kloriitti	0,2	"

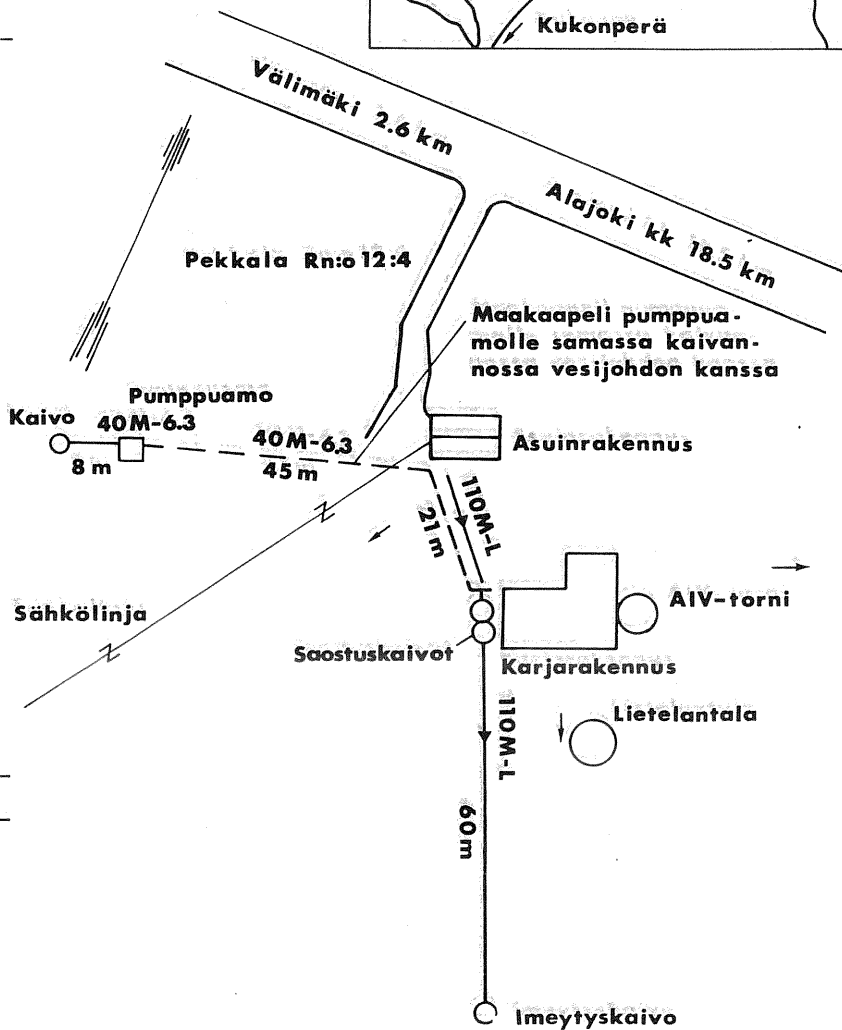
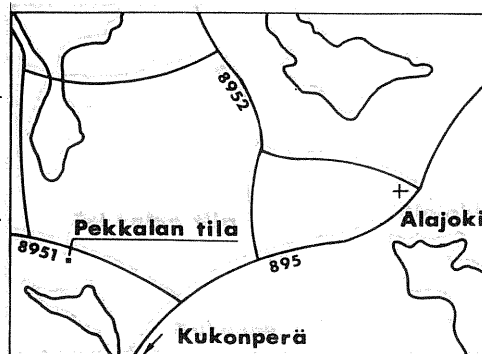
LIITE 5. ESIMERKKIPIIRUSTUKSIA VEDENJAKELUVERKOSTOSSA KÄYTETTÄVISTÄ TEKNISISTÄ RATKAISUISTA.

OHJEITA:

Vesijohto merkitään katkoviivalla ja viemäri yhtenäisellä viivalla. Kullekin johto-osalle merkitään muoviputken ulkohalkaisija ja/tai betoniputken sisähalkaisija millimetreissä, putkimateriaali (B = betoni ja M = muovi), paineluokka (vesijohdoilla NP 6,3 ja 10, viemäreillä putkiluokat L, M ja T) ja johto-osan pituus metreissä. Tärkeimmät maaston viettosuunnat merkitään nuolilla tai korkeuskäyrillä.

Korkeusmittauksen 0-tasoksi voidaan valita esim. asuinrakennuksen sokkelin yläpinta tai maanpinta kaivon luona, josta lähtien kaikki korkeuserot ilmoitetaan

Ajo-ohjekartta
(Esim. GT-kartasta 1 : 200 000) ja
hanke sijaitsee
peruskarttalehdellä nro



Kaivon vedenpinta oli 5,40m 15.9.1980 asuinrakennuksen sokkelin yläpintaa (0-taso) alempana
Kaivon pohja on 7,00m 0-tasoa alempana
Pumppuamon lattiataso on 4,20m 0-tasoa alempana
Viemäritävän kellarin lattiataso on 2,45m 0-tasoa alempana
Karjarakennuksen lattiataso on 1,55m 0-tasoa alempana
Imeytyskaivon tuloputken vesijuoksun korkeus on 6,00m 0-tasoa alempana

VESI- JA YMPÄRISTÖHALLITUS

SUHDE

1:1000

Mitt.

Suunn.

Tark.

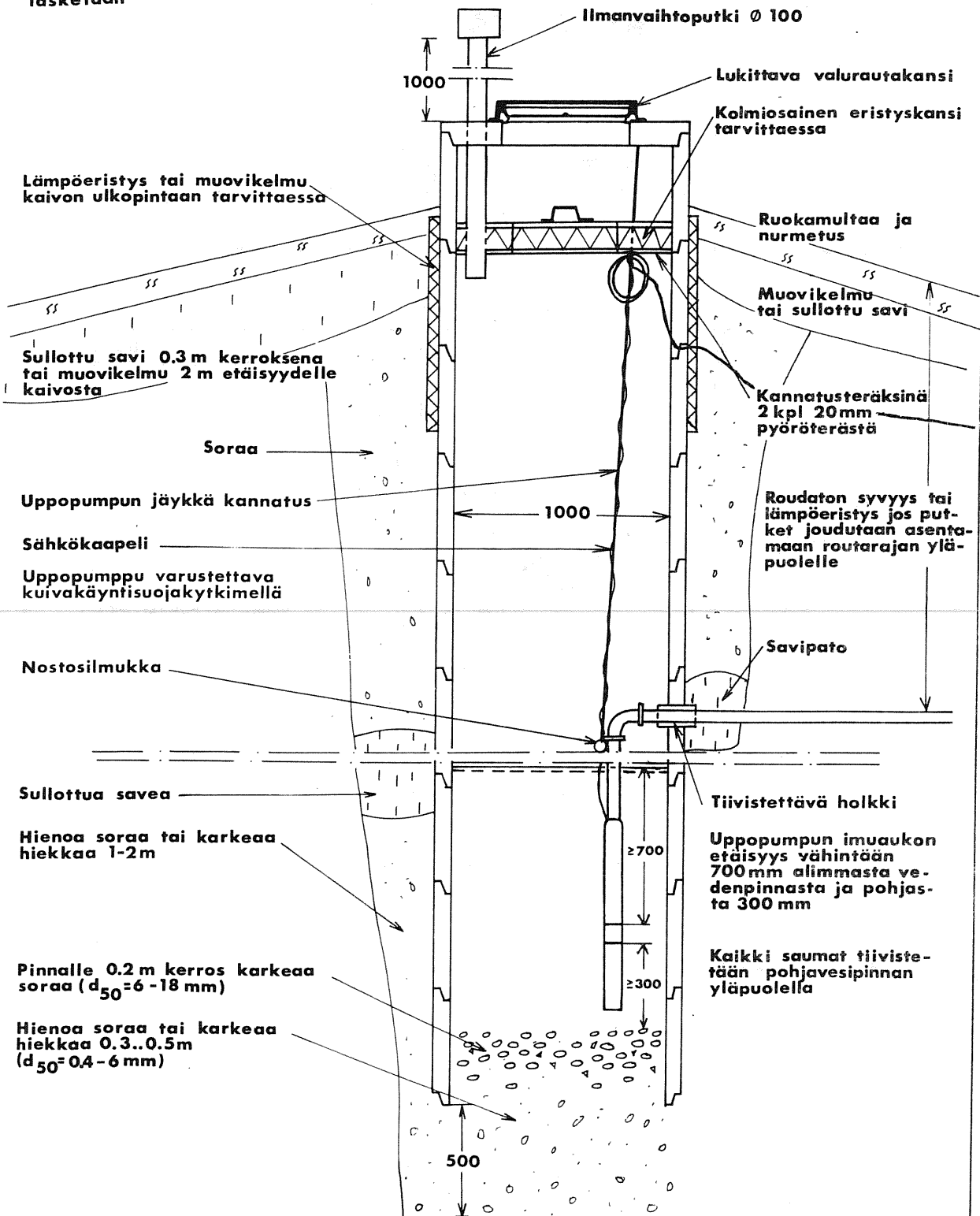
Piirt.

Asemapiirros:
Pekkan tilan vesihuoltosuunnitelma
Väljoen kylä, Alajoen kunta

PIIRROKSEN Nro

Vasen puoli esittää kaivon kaivamista täyteen syvyyteen ennen kuin renkaat lasketaan

Oikea puoli esittää kaivon kaivamista kun renkaita käytetään ponttina



VESI-JA YMPÄRISTÖHALLITUS

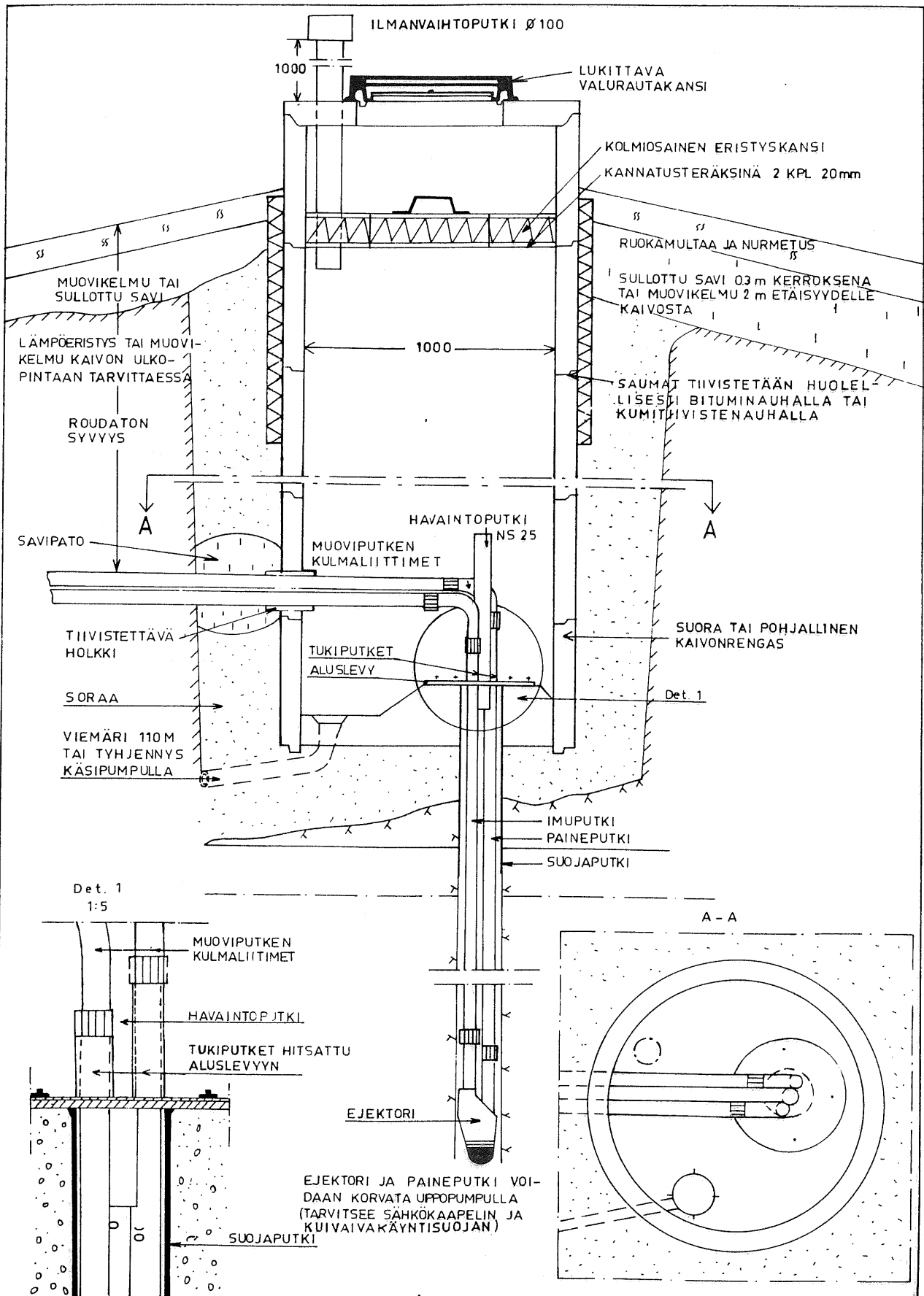
SUHDE
1:25

Mitt.
Suunn.

Tark.
Piirt.

Rengaskaivo uppopumpulla

PIIRROKSEN Nro



УНН про 37.09/1990

VESI-JA YMPÄRISTÖHALLITUS

Porakaivo

SUHDE
1:20

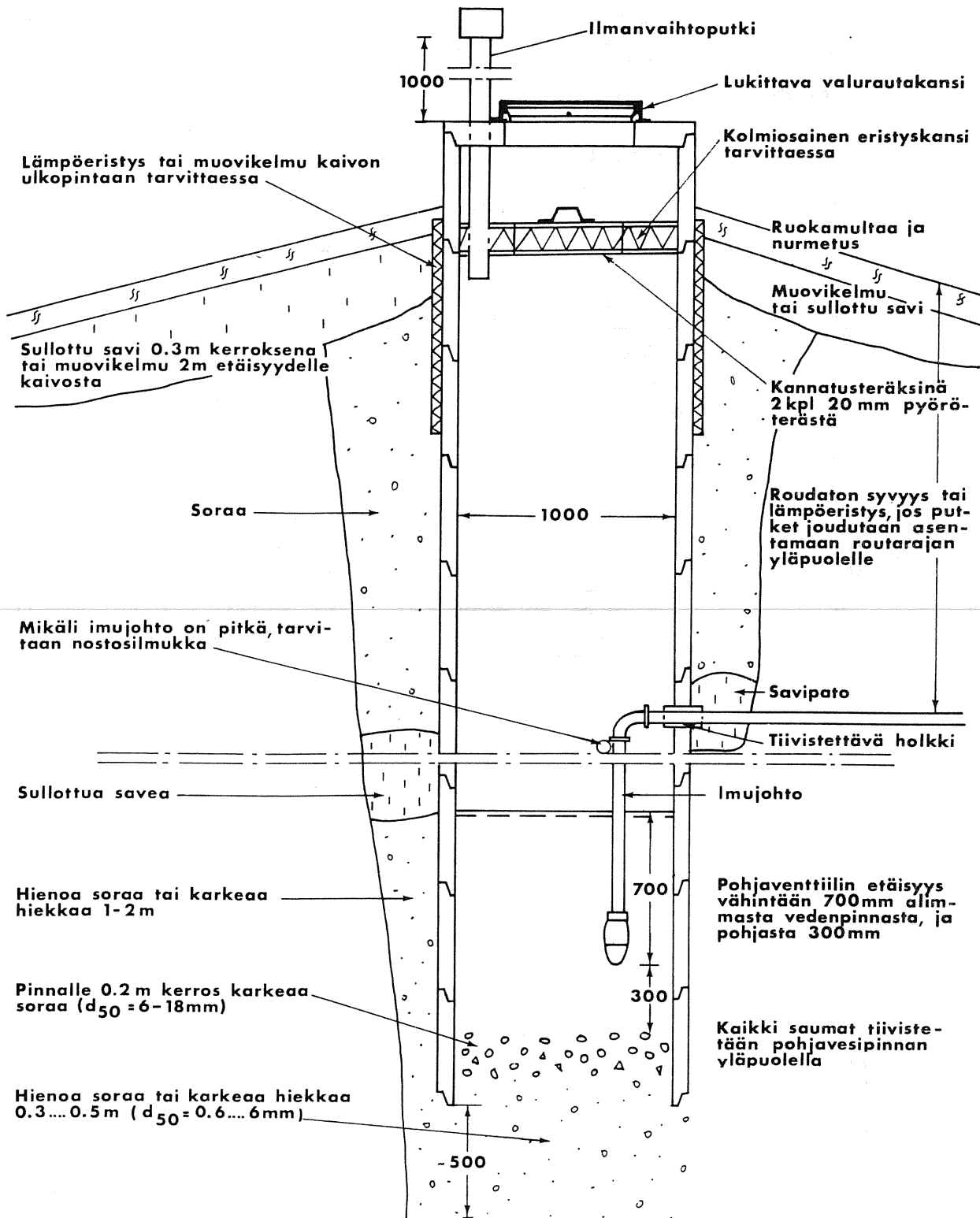
Mitt.
Suunn.

Tark.
Piirt.

PIIRROKSEN Nro

Vasen puoli esittää kaivon kaivamista täyteen syvyyteen ennen kuin renkaat lasketaan

Oikea puoli esittää kaivon kaivamista, kun renkaita käytetään ponttina



VESI-JA YMPÄRISTÖHALLITUS

SUHDE
1: 25

Mitt.

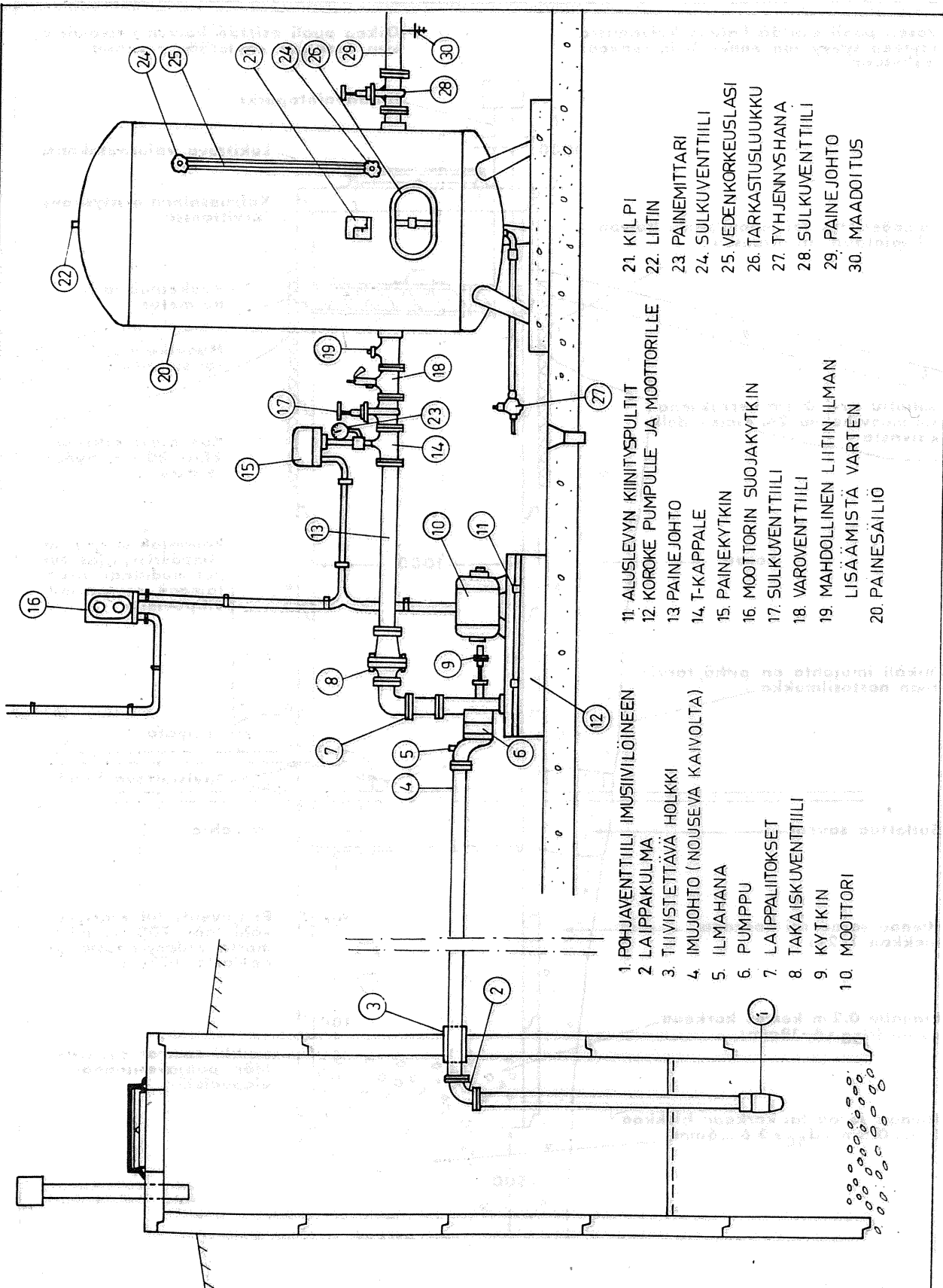
Tark.

Suunn.

Piirt.

Rengaskaivo

PIIRROKSEN Nro



VESI-JA YMPÄRISTÖHALLITUS

Kaaviokuva painesäiliölaitoksesta

SUHDE

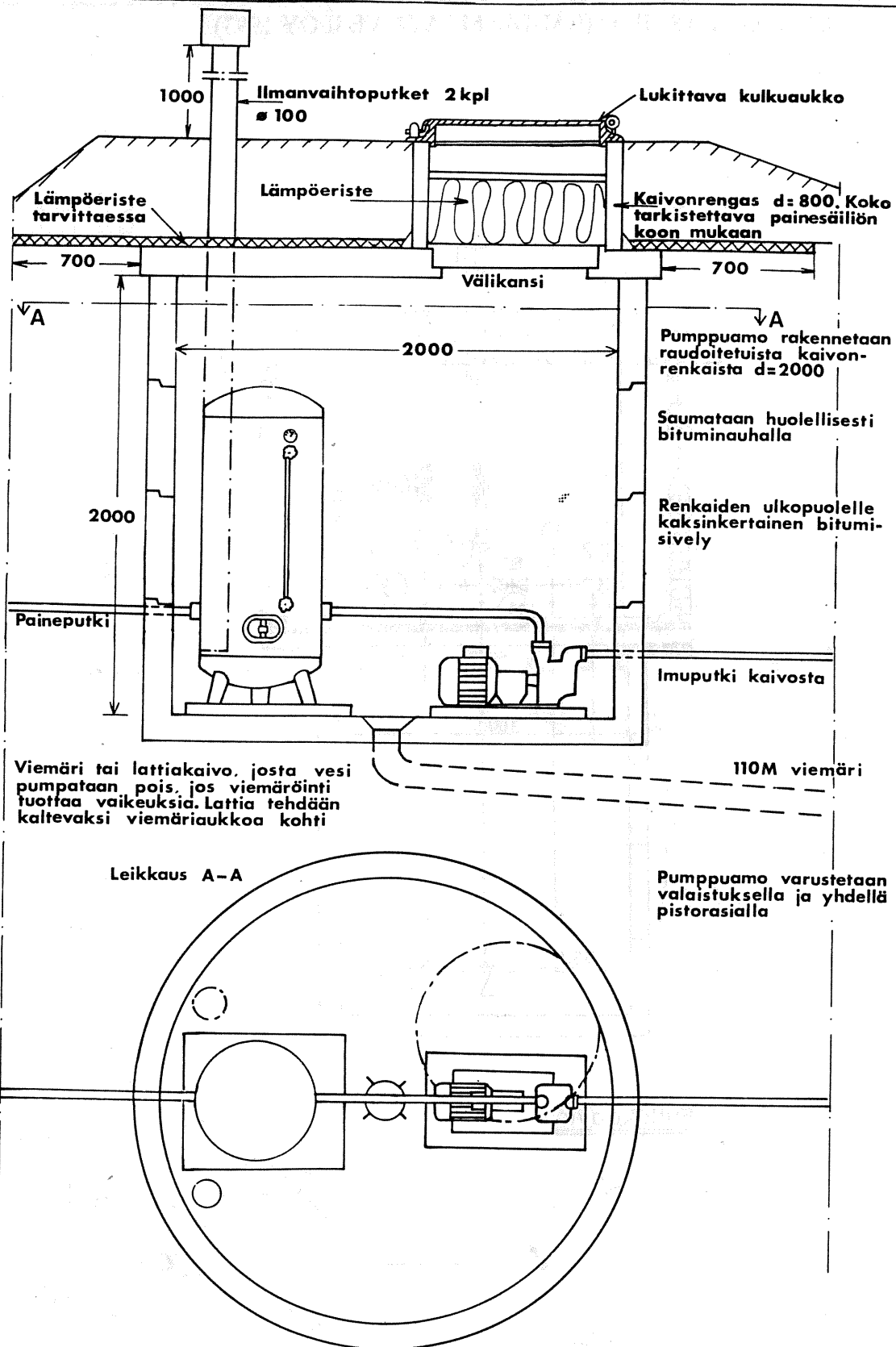
Mitt.

Tark.

Suun.

Piirt.

PIIRROKSEN Nro



VESI- JA YMPÄRISTÖHALLITUS

SUHDE

1:25

Mitt.

Suunn.

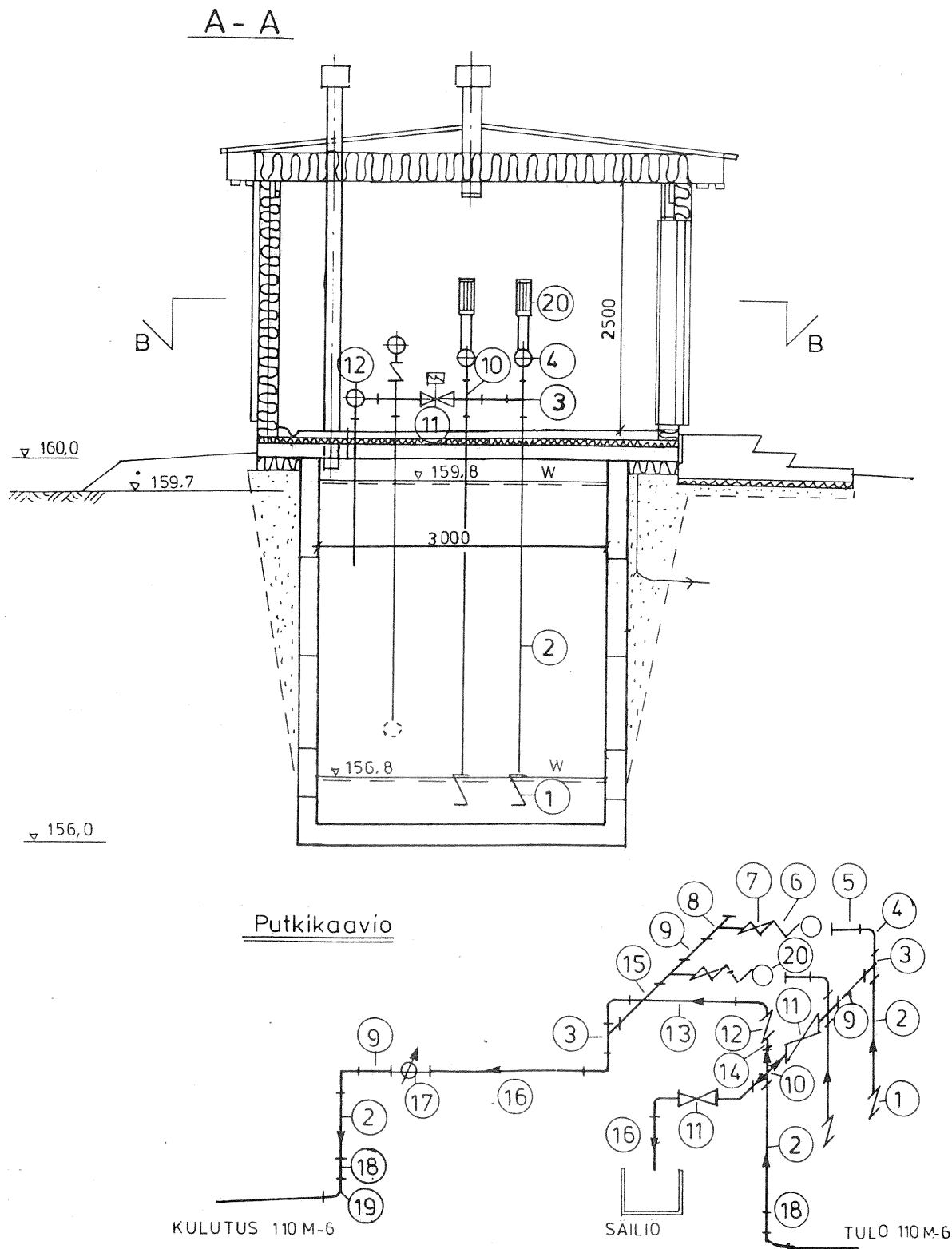
Tark.

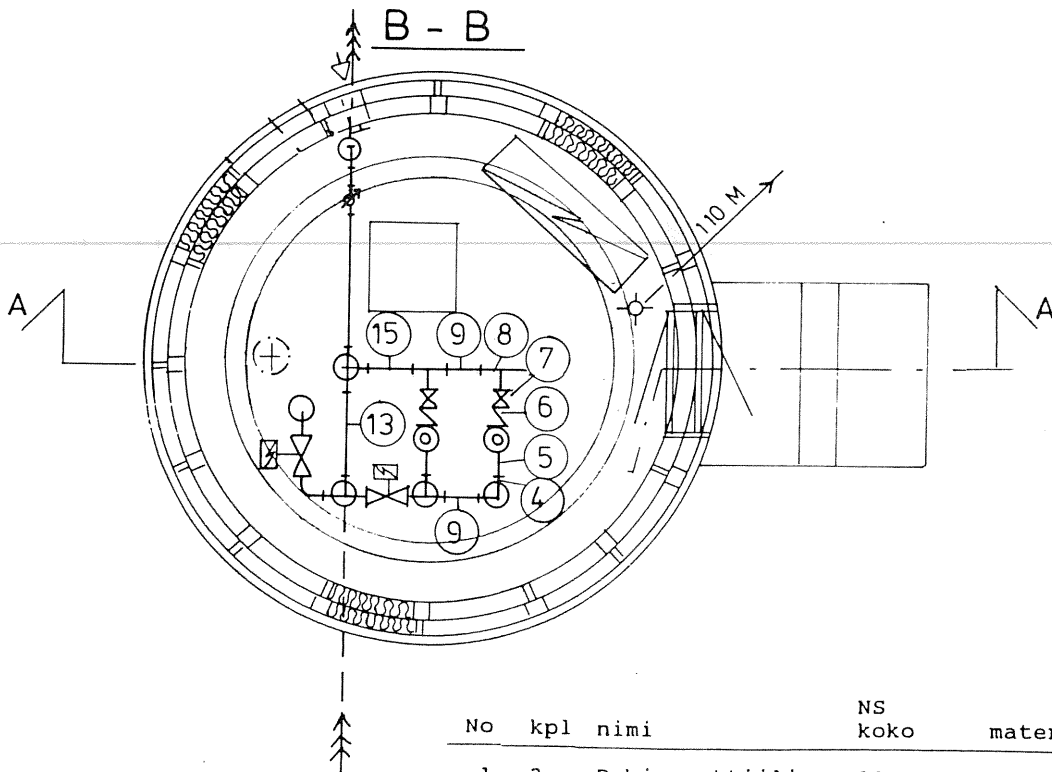
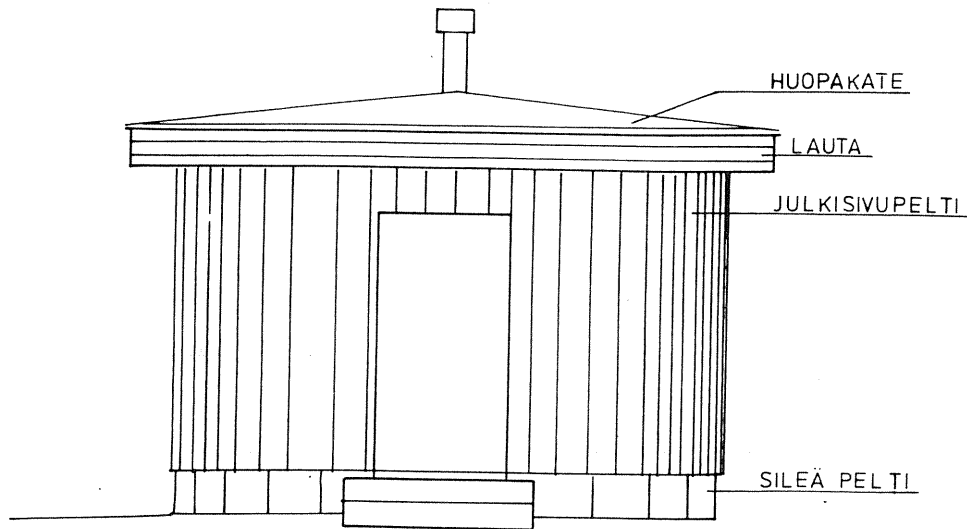
Piirt.

Betonirenkaista valmistettu
pumppusuoja

PIIRROKSEN Nro

ESIMERKKI TAAJUUSMUUTTAJAKÄYTTÖISESTÄ PAINEENKOROTUSPUMPPAAMOSTA, JOHON KUULUU ALASÄILIÖ (LÄHDE: MAA JA VESI OY 1993).

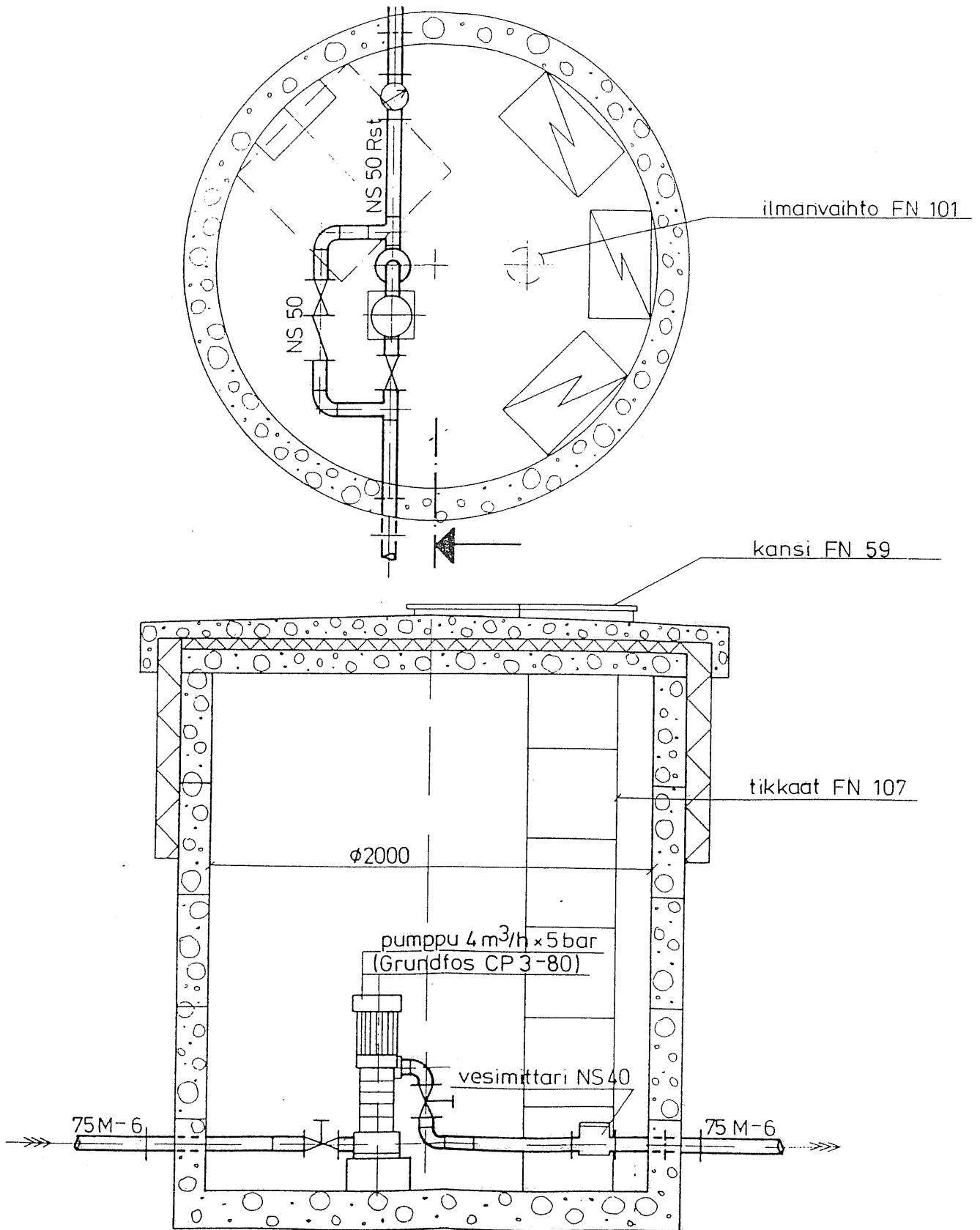


JULKISIVU

No	kpl	nimi	NS koko	mater.	Huom.
1	2	Pohjaventtiili	80	valur.	pituus tark. paikalla
2	4	Laippaputki	80	Rst	
3	2	T-putki	80	Rst	
4	8	90°-käyrä	80	Rst	
5	2	Laajennus	40/80	Rst	
6	2	Takaiskuventt.	40	valur.	
7	2	Sulkuventt.	40	valur.	
8	2	T-putki	80/80	Rst	
9	3	Laippaputki	80	Rst	L=200
10	2	Ristikappale	80		
11	2	Sulkuventtiili	80	valur.	sähkökäytt. L=300
12	1	Takaiskuventt.	80	valur.	L=180
13	1	Laippaputki	80		
14	1	Laippaputki	80	Rst	L=180
15	1	Laippaputki	80	Rst	L=300
16	2	Laippaputki	80	Rst	L=1000
17	1	Vesimittari			
18	2	Laajennus	100/80	Rst	
19	2	90°-käyrä	100		
20	2	pumppu			

C2, 8-60
9m³/4x50 m

ESIMERKKI TAAJUUSMUUTTAJAKÄYTTÖISESTÄ PAINEENKOROTUSPUMPPAAMOSTA, JOHON EI KUULU ALASÄILIÖTÄ (LÄHDE: MAA JA VESI OY 1988).



pumpun ohjaus järjestetään taajuudenmuuttajalla
pumpun kierroslukua säättämällä

